



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 4月26日

出願番号
Application Number:

特願2001-129994

出願人
Applicant(s):

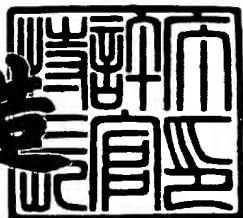
日本テクノ株式会社

RECEIVED
AUG 07 2001
TC 1700

2001年 5月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3041972

【書類名】 特許願
【整理番号】 D-16644
【提出日】 平成13年 4月26日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C25D 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市片瀬山5丁目28番11号
【氏名】 大政 龍晋

【特許出願人】

【識別番号】 392026224
【氏名又は名称】 日本テクノ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065385

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 穂平

【電話番号】 03-3431-1831

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-155046
【出願日】 平成12年 5月25日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-243249
【出願日】 平成12年 8月10日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

特2001-129994

【包括委任状番号】 0006439

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 めっき浴の振動流動とパルス状めっき電流との組み合わせを用いた電気めっき方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動発生手段に連係してめっき浴内で振動する振動棒に一段または多段に固定された振動羽根を振動させることにより前記めっき浴に振動流動を発生させながら、前記めっき浴と接触するように配置された被めっき物品を陰極とし且つ前記めっき浴と接触するように配置された金属部材を陽極とし、前記陰極と前記陽極との間に電圧を印加し、この際に前記陽極から前記めっき浴を介して前記陰極へと流れるめっき電流がパルス状であり第1の値I₁で第1の時間T₁持続する第1状態及び前記第1の値と同一極性の第2の値I₂で第2の時間T₂持続する第2状態を交互にとり、前記第1の値I₁は前記第2の値I₂の5倍以上であり、前記第1の時間T₁は前記第2の時間T₂の3倍以上であることを特徴とする電気めっき方法。

【請求項2】 前記第1の値I₁は前記第2の値I₂の6～25倍であり、前記第1の時間T₁は前記第2の時間T₂の4～25倍であることを特徴とする、請求項1に記載の電気めっき方法。

【請求項3】 前記第1の時間T₁は0.01秒～300秒であることを特徴とする、請求項1～2のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項4】 前記振動羽根は振幅0.05～10.0mm及び振動数200～1500回／分で振動せしめられることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項5】 前記めっき浴の振動流動は3次元流速が150mm／秒以上であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項6】 前記振動発生手段は10～500Hzで振動することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項7】 前記被めっき物品を振幅0.05～5.0mm及び振動数100～300回／分で振動させることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項8】 前記被めっき物品を揺動幅10~100mm及び揺動数10~30回/分で揺動させることを特徴とする、請求項1~7のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項9】 前記被めっき物品は寸法50μm以下の微細構造をもつ被めっき面を有することを特徴とする、請求項1~8のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項10】 複数の前記被めっき物品を、めっき浴の液体が通過し得る小開孔を有し且つ前記被めっき物品と接触することで該被めっき物品にめっき電流を流すための導電部材を有する保持容器中に保持し、該保持容器を前記めっき浴中で非鉛直方向の回転中心の周りで回転させることで前記複数の被めっき物品を前記保持容器内で転動させ、前記被めっき物品のそれぞれと前記導電部材との接触及び離隔を繰り返すことを特徴とする、請求項1~9のいずれかに記載の電気めっき方法。

【請求項11】 前記被めっき物品の幅は5mm以下であることを特徴とする、請求項10に記載の電気めっき方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、めっき方法に関するものであり、特にめっき浴の物理的条件とめっき電流の電気的条件との特定の組み合わせに特徴を有するめっき方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

従来、電子部品などの物品の製造の分野において、物品の表面に導電材料の膜を形成する電気めっきが広く利用されている。

【0003】

特に、最近では電子部品の小型化及び高機能化の要求を満たすために、物品の表面（スルーホールの内面やブラインドビアホールの内面を含む）に形成される導電パターンとして微細なものが要求されている。

【0004】

例えば、半導体装置の高集積化に伴う入出力端子の狭ピッチ化に対応して配線パターンの微細化が進められており、これに伴いスルーホールやブラインドビアホールの内径として $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下更には $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下更には $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下と小さなものが要求されている。また、スルーホールやブラインドビアホールのアスペクト比も5以上更には8以上と大きなものが要求されている。

【0005】

また、例えば、半導体装置における多層配線では、高集積化に伴う配線微細化に起因して発生する配線間容量の低減を目的として、従来のアルミニウム配線に代わって銅配線が利用されており、そのような多層配線の形成のために電気めっきを用いたダマシン法が利用されている。この方法では、内径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下と極小さなブラインドビアホール内への銅の堆積が要求されている。

【0006】

また、例えば、 0.3 mm 程度の寸法のチップ部品の表面に1対の電極膜を形成することが要求されている。

【0007】

ところで、本出願人は、特に微細孔などの微細構造部分を有する物品に適用して有効なめっき方法を提案している（特開平11-189880号公報参照）。この方法では、めっき浴に振動流動を発生させ、これと散気管によるバブリングとを併用している。この方法は電気めっき以外に無電気めっきに適用しても有効なものである。

【0008】

しかしながら、この方法では、めっき浴を収容するめっき槽内に散気管を配置し、該散気管へのエアー配管することが必要であるので、めっき浴の量及びめっき槽の寸法を比較的大きくしなければならないなど、めっき装置が大型化するという難点があった。

【0009】

一方、以上のような電気めっきのための電源としては、一般的には直流電源が用いられている。ところで、近年、めっき膜の品質を向上させるために、めっき電

流を周期的に変化させながらめっきを行うことが提案されている。この方法では、正極性の電流と負極性の電流とを交互に流す。即ち、正極性通電で一旦形成しためっき膜の表面の微小凹凸のうちの凸部を、負極性通電により集中して部分的に溶解させ、これを繰り返すことにより表面が平坦で微小空洞などの欠陥のない高品質のめっき膜を得ることを目指している。しかし、この方法では一旦形成しためっき膜の表面部を除去するので成膜速度の向上（即ち、めっき処理速度の向上）の点では不利である。

【0010】

最近では、導電パターンはますます微細化する傾向にあり、そのような導電パターンのめっき膜を形成する際には、欠陥や膜厚不均一性が発生しやすくなり、めっき膜の良好な品質の維持が次第に困難になってくる。

【0011】

また、本出願人は、めっき浴を振動攪拌しながらクロムめっきを行うめっき方法及び多数の被めっき物品をバレルに収容してめっき浴を振動攪拌しながらクロムめっきを行う方法を提案している（特開平7-54192号公報及び特開平6-330395号公報参照）。

【0012】

しかしながら、これらの方法ではめっき電流として直流が用いられており、また長手方向を横切る方向の寸法即ち幅が5mm以下例えば0.3~1.0mmといった微小寸法の被めっき物品への適用については具体的には示されていない。このような微小寸法の被めっき物品のバレルめっきにおいては、バレル内で被めっき物品どうしが重なり合って所要のめっき膜形成部分へのめっき液の流通性が極端に低下する。このため、比較的大きな幅の被めっき物品の場合とは比較にならないような技術的困難性があり、成膜速度及びめっき膜厚均一性の点で更なる改良の余地がある。

【0013】

そこで、本発明の目的の1つは、微細構造の導電パターンのめっき膜を欠陥や膜厚不均一性などがなく良好な品質で形成することが可能なめっき方法を提供することにある。

【0014】

本発明の他の目的は、微細構造の導電パターンの良好な品質のめっき膜を高速に得ることが可能なめっき方法を提供することにある。

【0015】

本発明の更に別の目的は、微細構造の導電パターンの良好な品質のめっき膜を比較的小さな装置構成で効率よく得ることが可能なめっき方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上記目的を達成するものとして、

振動発生手段に連係してめっき浴内で振動する振動棒に一段または多段に固定された振動羽根を振動させることにより前記めっき浴に振動流動を発生させながら、前記めっき浴と接触するように配置された被めっき物品を陰極とし且つ前記めっき浴と接触するように配置された金属部材を陽極とし、前記陰極と前記陽極との間に電圧を印加し、この際に前記陽極から前記めっき浴を介して前記陰極へと流れるめっき電流がパルス状であり第1の値I₁で第1の時間T₁持続する第1状態及び前記第1の値と同一極性の第2の値I₂で第2の時間T₂持続する第2状態を交互にとり、前記第1の値I₁は前記第2の値I₂の5倍以上であり、前記第1の時間T₁は前記第2の時間T₂の3倍以上であることを特徴とする電気めっき方法、

が提供される。

【0017】

本発明の一態様においては、前記第1の値I₁は前記第2の値I₂の6~25倍であり、前記第1の時間T₁は前記第2の時間T₂の4~25倍である。本発明の一態様においては、前記第1の時間T₁は0.01秒~300秒である。本発明の一態様においては、前記振動羽根は振幅0.05~10.0mm及び振動数200~1500回/分で振動せしめられる。本発明の一態様においては、前記めっき浴の振動流動は3次元流速が150mm/秒以上である。本発明の一態様においては、前記振動発生手段は10~500Hzで振動する。

【0018】

本発明の一態様においては、前記被めっき物品を振幅0.05～5.0mm及び振動数100～300回／分で振動させる。本発明の一態様においては、前記被めっき物品を揺動幅10～100mm及び揺動数10～30回／分で揺動させる。

【0019】

本発明の一態様においては、前記被めっき物品は寸法50μm以下の微細構造をもつ被めっき面を有する。

【0020】

本発明の一態様においては、複数の前記被めっき物品を、めっき浴の液体が通過し得る小開孔を有し且つ前記被めっき物品と接触することで該被めっき物品にめっき電流を流すための導電部材を有する保持容器中に保持し、該保持容器を前記めっき浴中で非鉛直方向の回転中心の周りで回転させることで前記複数の被めっき物品を前記保持容器内で転動させ、前記被めっき物品のそれぞれと前記導電部材との接触及び離隔を繰り返す。

【0021】

本発明の一態様においては、前記被めっき物品の幅は5mm以下である。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の具体的な実施の形態を説明する。尚、図面において、同様な機能を有する部材又は部分には同一の符号が付されている。

【0023】

図1及び図2は本発明によるめっき方法の第1の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図であり、図3はその平面図である。

【0024】

これらの図において、12はめっき槽であり、該めっき槽にはめっき浴14が収容されている。16は振動流動発生部である。該振動流動発生部16は、めっき槽12に防振ゴムを介して取り付けられた基台16a、該基台に下端を固定された振動吸収部材としてのコイルバネ16b、該コイルバネの上端に固定された

振動部材16c、該振動部材に取り付けられた振動発生手段としての振動モータ16d、振動部材16cに上端を取り付けられた振動伝達ロッド16e、該振動伝達ロッドの下半部においてめっき浴14に浸漬する位置に取り付けられた振動羽根16fを有する。コイルバネ16b内には、後述の図12に示されているように、棒状のガイド部材を配置することができる。

【0025】

振動モータ16dは例えばインバータを用いた制御により10~500Hz、好ましくは20~60Hz、更に好ましくは30~50Hzで振動する。振動モータ16dで発生した振動は、振動部材16c及び振動伝達ロッド16eを介して振動羽根16fに伝達される。振動羽根16fは、めっき浴14中で所要の振動数で先端縁が振動する。この振動は、振動羽根16fが振動伝達ロッド16eへの取り付け部分から先端縁へと「しなる」ように発生する。この振動の振幅及び振動数は、振動モータ16dのものとは異なるが、振動伝達経路の力学的特性及びめっき浴14との相互作用の特性などに応じて決まり、本発明では振幅0.05~10.0mm(例えば0.1~10.0mm)で振動数200~1500回/分(例えば200~800回/分)とするのが好ましい。

【0026】

図4は振動部材16cへの振動伝達ロッド16eの取り付け部の拡大断面図である。振動伝達ロッド16eの上端に形成されたオネジ部に、振動部材16cの上下両側から振動応力分散部材16g1, 16g2及びワッシャ16h1, 16h2を介してナット16i1, 16i2; 16i3, 16i4を適合させている。振動応力分散部材16g1, 16g2は、例えばゴムからなる。

【0027】

図5は振動伝達ロッド16eへの振動羽根16fの取り付け部の拡大断面図である。7つの振動羽根16fの各々の上下両側には、振動羽根固定部材16jが配置されている。隣接する振動羽根16fどうしの間には固定部材16jを介して振動羽根16fの間隔設定のためのスペーサリング16kが配置されている。最上部の振動羽根16fの上側及び最下部の振動羽根16fの下側には、振動伝達ロッド16eに形成されたオネジに適合するナット16mが配置されている。

【0028】

図6は振動伝達ロッド16eへの振動羽根16fの取り付け部の変形例を示す図である。この変形例では、各振動羽根16fを上側及び下側のナット16nにより個別に振動伝達ロッド16eへ取り付けている。尚、振動羽根16fと固定部材16jとの間にフッ素系樹脂やフッ素系ゴムなどからなる弾性部材シート16pを介在させることで、振動羽根16fの破損を防止することができる。図示されているように、上側の固定部材16jの下面（押圧面）は凸円筒円とされており、下側の固定部材16jの上面（押圧面）は対応する凹円筒円とされている。これにより、固定部材16jにより上下方向から押圧される振動羽根16fの部分は湾曲せしめられ、振動羽根16fの先端部は水平面に対して角度 α をなしている。この角度 α は、例えば -30° 以上 30° 以下好ましくは -20° 以上 20° 以下とすることができる。特に、角度 α は、 -30° 以上 -5° 以下または 5° 以上 30° 以下、好ましくは -20° 以上 -10° 以下または 10° 以上 20° 以下とするのが好ましい。固定部材16jの押圧面を平面とした場合には、角度 α は 0° である。角度 α は、全ての振動羽根16fについて同一である必要はなく、例えば図1に示されているように、下方の1～2枚の振動羽根16fについては-の値（即ち下向き：図6に示されるものと逆向き）とし、それ以外の振動羽根16fについては+の値（即ち上向き：図6に示される向き）とすることができる。

【0029】

振動羽根16fとしては、弾力性のある金属板、合成樹脂板またはゴム板などを用いることができる。振動羽根16fの厚みは、振動流動発生部16の作動時に、振動羽根16fの先端縁部分がフラッター現象（波打つような状態）を呈するように設定される。振動羽根16fがステンレス鋼板などの金属板からなる場合には、その厚みは $0.2 \sim 2\text{ mm}$ とすることができる。また、振動羽根16fが合成樹脂板やゴム板からなる場合には、その厚みは $0.5 \sim 1.0\text{ mm}$ とすることができる。

【0030】

図1～3において、揺動モータ20は連結ロッド22を介して揺動フレーム2

4と接続されている。該揺動フレーム24は、レール26上にて水平方向（図1における左右方向）に往復移動可能なように配置されている。揺動フレーム24には振動モータ28が取り付けられている。揺動フレーム24には、また、陰極ブスバー30及び陽極ブスバー32が揺動フレーム24との絶縁状態を維持して取り付けられており、これらはそれぞれ電源回路34の負極端子及び正極端子に接続されている。電源回路34は交流電圧から矩形波状電圧を作成することができるものであり、このような電源回路は例えばトランジスタを用いた整流回路を有するものであり、パルス電源装置として知られている。

【0031】

本発明でめっき電流を発生させるのに使用される電源回路（電源装置）としては、交流を整流（直流成分の付加を含む）して出力するものが用いられる。このような電源装置または整流器としては、トランジスタ調整式電源、ドロッパー方式の電源、スイッチング電源、シリコン整流器、SCR型整流器、高周波型整流器、インバータデジタル制御方式の整流器（例えば（株）中央製作所製のPower Master）、（株）三社電機製作所製のKTSシリーズ、四国電機株式会社製のRCV電源、スイッチングレギュレータ式電源とトランジスタスイッチとからなりトランジスタスイッチがON-OFFすることで矩形波状のパルス電流を供給するもの、高周波スイッチング電源（交流をダイオードにて直流に変換した後にパワートランドスターで20～30KHzの高周波をトランスに加えて再度整流、平滑化し出力を取り出す）、PR式整流器、高周波制御方式の高速パルスPR電源（例えばHi PRシリーズ（（株）千代田）などが利用可能である。

【0032】

ここで、電流波形について説明する。めっきの高速化とめっき被膜の特性改良とを実現するためには、めっき電流波形の選択が重要である。電気めっきに必要な電圧・電流の条件は、めっきの種類や浴の組成やめっき槽の寸法などによって異なり一概に規定することはできないが、現状では、めっき電圧は直流の2～15Vあれば全体を十分にカバーすることができる。そこで、めっき用直流電源の定格出力電圧は、6V、8V、12V、15Vの4種類が業界の標準になってい

る。この定格電圧以下の電圧は調整可能となっているので、めっきに必要な所望の電圧値に対して若干の余裕を見た定格電圧の電源を選定するのが好ましい。業界において、電源の定格出力電流は、500A、1000A、2000A～10000A程度まで標準化されており、その他は注文生産の形態をとっている。被めっき物品の種類及び表面積に応じて、被めっき物品の所要電流密度×被めっき物品の表面積として電源の所要電流容量を決定し、これに見合う適切な標準電源を選定することが得策である。

【0033】

パルス波は、本来は幅wが周期Tに比べて十分に短いものを言うが、この定義は厳密なものではない。また、パルス波には方形波以外のものも含む。パルス回路に用いる素子の動作速度が高くなり、パルス幅もn s (10^{-9} s) 以下を扱えるようになった。パルスの幅が狭くなるにつれて前縁及び後縁の鋭い波形を維持するのが困難となる。これは、高い周波数成分を含んでいるからである。

【0034】

パルス波の種類としては、のこぎり波、ランプ波、三角波、複合波、矩形波（方形波）などがあるが、本発明では特に電気の効率及び平滑性などから矩形波が好ましい。

【0035】

パルスめっき用電源の一例を示せば、図23に示すように、スイッチングレギュレータ式直流電源とトランジスタスイッチとを含み、トランジスタスイッチが高速でON-OFFすることによって、矩形波状のパルス電流を負荷に供給する。

【0036】

陰極ブスバー30には被めっき物品Xの保持のための導電性の保持部材40の上部が機械的及び電気的に接続されている。被めっき物品保持部材40の下部はめっき浴14中に浸漬されており、この部分に被めっき物品Xが電気的に接続されてクランプ等により保持されている。なお、図には示されていないが、陽極ブスバー32にはめっきされる金属からなる陽極金属部材（例えばプラスチック製の籠に収容された形態）が機械的及び電気的に接続されており、その下部はめっ

き浴14中に浸漬されている。尚、陰極ブスバーへの被めっき物品の取り付け及び陽極ブスバーへの陽極金属部材の取り付け方法や、陰極ブスバー及び陽極ブスバーの形状及び構造としては、従来知られている種々のものを使用することができる。

【0037】

図7は被めっき物品の陰極ブスバーへの取り付けの変形例を示す断面図である。この例では、導電性の保持部材40として、陰極ブスバー30へ取り付けられる上部のフック部40aと、被めっき物品Xを挟持する下部のクランプ部40bと、該クランプ部のクランプ力を発生する圧縮バネ40cとを有する。

【0038】

図1～3において、揺動モーター20を作動させることにより、揺動フレーム24及び保持部材40ひいてはこれに取り付けられた被めっき物品Xは例えば揺動幅10～100mm及び揺動数10～30回／分で揺動せしめられる。また、振動モータ28は例えばインバータを用いた制御により10～60Hz、好ましくは20～35Hzで振動する。振動モータ28で発生した振動は、揺動フレーム24及び保持部材40を介して被めっき物品Xに伝達され、これにより被めっき物品Xは振幅0.05～5.0mm（例えば0.1～5.0mm）で振動数100～300回／分で振動せしめられる。

【0039】

図8は電源回路34により陰極ブスバー30と陽極ブスバー32との間に印加される電圧に基づき被めっき物品Xを介して流れるめっき電流（電流密度）の変化を示すグラフである。図示されているように、めっき電流は、第1の値I1で第1の時間T1持続する第1状態と第2の値I2(< I1)で第2の時間T2持続する第2状態とが交互にあらわれるような矩形のパルス状のものである。ここで、第1の値I1と第2の値I2とは同一極性である。I1はI2の5倍以上（例えば6倍以上：例として6～25倍）であり好ましくは8～20倍である。また、T1はT2の3倍以上（例えば4倍以上：例として4～25倍）であり好ましくは6～20倍である。このようなめっき電流と上記振動流動発生部16によるめっき浴14の振動流動を組み合わせることにより、微細な導電構造パターン

のめっきにおいても良好な品質及び高い成膜速度を得ることができる。

【0040】

第1の値I1及び第1の時間T1は、めっきの種類（例えば、硫酸銅めっき、シアノ化銅めっき、ピロ磷酸銅めっき、ニッケルめっき、黒色ニッケルめっき、スルファミン酸ニッケルめっき、クロムめっき、シアノ化亜鉛めっき、ノーシアン亜鉛めっき、アルカリ性スズめっき、酸性スズめっき、銀めっき、シアノ化金めっき、酸性金めっき、銅-亜鉛合金めっき、ニッケル-鉄合金めっき、スズ-鉛合金めっき、パラジウムめっき、はんだめっき等）あるいはめっき浴の組成などに応じて適宜設定されるが、例えば、I1は0.01~100 [A/dm²] の範囲内とすることができます、T1は0.01~300 [秒]（例えば3~300 [秒]）の範囲内とすることができます。但し、これに限定されるものではなく、最適なI1、I2、T1、T2は、上記めっきの種類やめっき浴の組成などに応じて広い範囲で変化することもあり、例えばめっきの進行に伴いめっき浴の組成が変化することで変化したりする。

【0041】

めっき浴14は、形成すべきめっき膜に応じて、公知の電気めっき法と同様にして、選択される。例えば、硫酸銅めっきを行う場合には、スルーホール浴として、

硫酸銅： 60~100 g/L (リットル)

硫酸： 170~210 g/L

光沢剤： 適量

塩素イオン： 30~80 mL/L

からなるものを用いることができ、普通浴として、

硫酸銅： 180~250 g/L

硫酸： 45~60 g/L

光沢剤： 適量

塩素イオン： 20~80 mL/L

からなるものを用いることができる。

【0042】

また、例えば、ニッケルめっきを行う場合には、バレル浴として、

硫酸ニッケル： 270 g/L

塩化ニッケル： 68 g/L

ほう酸： 40 g/L

硫酸マグネシウム： 225 g/L

からなるものを用いることができ、普通浴として、

硫酸ニッケル： 150 g/L

塩化アンモニウム： 15 g/L

ほう酸： 15 g/L

からなるものを用いることができ、ワット浴として、

硫酸ニッケル： 240 g/L

塩化アンモニウム： 45 g/L

pH：4～5

浴温度：45～55°C

からなるものを用いることができる。

【0043】

また、例えば、酸性スズめっきを行う場合には、硫酸塩浴として、

硫酸第一スズ： 50 g/L

硫酸： 100 g/L

クレゾールスルホン酸： 100 g/L

ゼラチン： 2 g/L

β -ナフトール： 1 g/L

からなるものを用いることができる。

【0044】

被めっき物品Xとしては、電子部品、機械部品その他が挙げられ、特に限定されないが、本発明の特長が顕著に發揮されるのは、微細構造を有するめっき膜を形成する場合であり、この様な被めっき物品のめっきの例としては、多層配線基板の内径100 μm以下（例えば20～100 μm：あるいは、特に50 μm以下、更には30 μm以下、例えば10 μm、5 μm、3 μmなど）の微小なブラ

インドビアホールやスルーホール（例えば深さが $10\sim100\mu m$ のもの）の内面上へのめっき導電膜の形成；配線基板のピッチ $50\mu m$ 以下（例えば $20\sim50\mu m$ ：あるいは、特に $30\mu m$ 以下、更には $20\mu m$ 以下、例えば $10\mu m$ 、 $5\mu m$ など）の高密度配線パターンのための幅 $30\mu m$ 以下（特に $20\mu m$ 以下、更には $10\mu m$ 以下、例えば $5\mu m$ 、 $3\mu m$ など）の微小幅の溝（例えば深さが $7\sim70\mu m$ のもの）内での導電膜の形成；半導体装置の多層配線形成の際の銅ダマシン法での内径 $0.3\mu m$ 程度或はそれ以下の極微小なブラインドビアホールや極小溝（例えば幅が $0.1\mu m$ で深さが $1.5\mu m$ のもの）への埋め込み導電膜の形成；半導体装置の高密度配置の微小電極バンプの形成；などが例示される。特に、本発明は、高アスペクト比（例えば3倍以上、特に5倍以上）の構造に適用した場合の改善効果が大きい。

【0045】

また、被めっき物品Xとして、平均径が $5\sim500\mu m$ の極小のものを用いることができる。ここで、平均径とは、互いに直交する3方向の代表的寸法の平均値をいうものとする。このような被めっき物品Xとしては、銅粉末や前処理されたアルミニウム粉末や鉄粉末などの金属粉末、導体化処理されたABS樹脂粉末などの合成樹脂粉末や、導体化処理されたセラミックチップなどを例示することができる。また、その他の電子部品、機械部品、金属粉末合金、微粒子無機・有機顔料、金属ボールなどが挙げられる。

【0046】

例えば、 $300\mu m$ 程度の径の金属粒子例えばCu粒子にNiめっき膜を形成したり、Niめっき膜上にAuめっき膜やAgめっき膜を形成することにより複合めっき膜を形成することができる。

【0047】

また、被めっき物品がプラスチックなどの電気絶縁性のものである場合には、電気めっきの前処理として導電性下地付与の処理を行うのであるが、微細構造で高アスペクト比のめっき面の場合には、通常の無電解めっきにより導電性下地付与処理を行っても、均一で良好な導電性下地が形成されにくく、このため電気めっきにより得られるめっき膜の厚さが不均一になりやすかった。このような問題

を解消するために、スパッタリングや真空蒸着により導電性下地付与を行うことも考えられるが、この場合には減圧装置内で処理を行うので、処理装置のコストが上昇するとともに、大量処理や連続処理ができないという難点がある。これに対して、本発明において使用される振動流動のための手段と同様な手段を用いて処理液を振動流動させながら無電解めっきなどの導電性下地付与処理を行うことにより、微細構造で高アスペクト比のめっき面の場合であっても均一性の高い導電性下地を付与することができる。従って、このような導電性下地処理と本発明の電気めっき方法とを組み合わせることにより、前処理から電気めっき処理までを連続して行うことができ、生産性が飛躍的に向上する。

【0048】

本発明のめっき方法では、振動流動発生部16によりめっき浴14に生ぜしめられる振動流動により微細構造の凹部内へのめっき浴の流通性が改善されると共に、めっき電流密度を第1状態と該第1状態より十分に低いけれども同一極性の値で且つ第1状態より十分に短い時間の第2状態との繰り返しからなるパルス状のものとしたことで、膜厚均一性を高めることができ、直流めっきの場合のような凸部やエッジ部での集中的なめっき膜の形成による膜厚不均一やスルーホールやビアホールでのガスピット等の欠陥発生を低減することができ、高い表面光沢を得ることが可能となり、また、極性が反転するパルス状めっき電流の場合のような一旦形成されためっき膜の一部溶解を伴わないので高い成膜速度を得ることができ、製造装置構成を簡単化することができる。従って、広範な被めっき物品について、高い良品率で効率よく高速で所望のめっき膜を形成することができる。

【0049】

また、本発明においては、めっき浴14に生ぜしめられる振動流動の作用により、被めっき物品Xと陽極金属部材との距離を近づけて電流密度を高めてもショートが発生しにくい。このことも、ヤケやコゲなどの不具合を生ずることなく良好な歩留で且つ高速でめっき膜を形成することができる要因であると考えられる。

【0050】

この様な作用を良好に得るために、めっき浴14の振動流動の3次元流速が150mm/秒以上であるのが極めて好ましい。このような高い3次元流速は、めっき浴を振動流動させることによって効果的に実現されるものであり、通常の攪拌によっては実現困難であり実現するにしても極めて大規模な装置構成が必要となる不利がある。

【0051】

本実施形態では、揺動フレーム24の揺動及び／または振動による被めっき物品Xの揺動及び／または振動を行うことにより上記効果の一層の向上がなされるが、これら被めっき物品Xの揺動及び振動を行わなくとも良好な効果は得られる。揺動フレーム24、揺動モータ20及び振動モータ28等を使用することなく陰極ブスバー30、陽極ブスバー32、被めっき物品X及び陽極金属部材等を支持することで、装置構成が一層簡単化される。揺動は、被めっき物品Xが多層配線基板などの比較的全体寸法が大きく或は長尺の平板状のものである場合に、その面内方向に沿って移動させるようにすることで、効果が高められる。

【0052】

図9及び図10は本発明によるめっき方法の第2の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図であり、図11はその平面図である。

【0053】

この実施形態は、被めっき物品Xの保持及び該被めっき物品への給電の様式が上記図1～8に関し説明した第1の実施形態のものと異なり、所謂バレルめっき方式を採用したものである。

【0054】

図9～11において、振動フレーム44が振動吸収部材としてのコイルバネ46を介してめっき槽12に取り付けられている。振動フレーム44には、振動モータ48及びこれとの重量バランスをとるためのバランスウェイト49とが取り付けられている。振動フレーム44には、支持部材50を介してバレル52が取り付けられている。該バレルは、支持部材50に対して回転可能に取り付けられており、不図示の駆動手段により図9において矢印で示される向きに回転せしめられる。バレル52内には微小な被めっき物品Xが多数収容されている。バレル

52の外周面には、被めっき物品Xの通過を阻止し且つめっき浴14の液体の通過を許容する多数の小開孔が形成されている。バレル52内にはその下部にまで伸びた陰極導電部材54が配置されている。該陰極導電部材54は、絶縁被覆配線54'を介してバレル52の回転中心にて該バレルに取り付けられたパイプ部材52a内を通って電源回路34の負極端子に接続されている。陰極導電部材54は、バレル回転の際にも回転することではなく、従ってバレル回転に伴い転動する被めっき物品Xは陰極導電部材54との接触及び陰極導電部材54からの離隔を繰り返す。56はメッキ浴14中に下部が浸漬された陽極金属部材である。該陽極金属部材56は、例えばプラスチック製の籠に収容されており、絶縁被覆配線56'を介して電源回路34の正極端子に接続されている。図9に示されているように、陽極金属部材56はバレル52の両側に配置されている。しかし、陽極金属部材56は片側にのみ配置してもよい。

【0055】

振動モータ48は、例えば上記の振動モータ28と同程度の振幅及び振動数で振動し、被めっき物品Xは振幅0.05~5.0mm(例えば0.1~5.0mm)で振動数100~300回/分で振動せしめられる。本実施形態でも、振動フレーム44の振動による被めっき物品Xの振動を行うことにより効果の一層の向上がなされるが、この被めっき物品Xの振動を行わなくとも良好な効果は得られる。振動フレーム44及び振動モータ48等を使用することなく支持部材50及びバレル52を支持することで、装置構成が一層簡単化される。

【0056】

本実施形態において、めっき電流密度は上記図8に関し説明したと同様に設定される。本実施形態では、被めっき物品Xの各々には、陰極導電部材54との各接触時には、第1状態または第2状態または第1状態と第2状態との間で変化する過程のめっき電流が流されるが、接触時の電流密度のみを連続して表示すれば、平均的には、図8に示されている様になり、やはり上記第1の実施形態と同様な効果が得られる。

【0057】

本実施形態は、特に微小寸法の被めっき物品Xたとえば0.6mm×0.3m

m × 0.2 mm程度の寸法のセラミックチップコンデンサ等のチップ部品における電極膜の形成や直径0.5 mm × 長さ20 mm程度のピンにおけるめっき膜の形成などを多数の被めっき物品Xについて同時に行う場合に好適である。このように、被めっき物品として長手方向を横切る方向の寸法即ち幅が5 mm以下、なかでも2 mm以下、そのなかでも1 mm以下といった微小なものを用いる場合には、めっき膜厚の均一性及び成膜速度の点での改善効果が大きい。その他、被めっき物品Xとしては、金属粉末合金、微粒子無機・有機顔料、金属ボールなどが挙げられる。

【0058】

本発明による電気めっき方法の実施に先立ち、所要の前処理工程を行うことはもちろんである。これら前処理については、従来公知の電気めっき方法の場合と同様にして行えばよい。

【0059】

また、本発明方法においてめっき浴中に所要の振動流動を発生させるのに使用される振動羽根を備えた振動流動発生部としては、上記特開平11-189880号公報に記載のもの（例えば該公報中の図7～8を参照して説明されているように振動羽根をめっき槽の底部に配置し、振動モータから振動伝達棒を介して振動を振動羽根に伝達し、振動羽根を水平方向に振動させるようにしたもの）や該公報中にて引用されている公報に記載されているもの等を適宜使用することができる。

【0060】

例えば、振動流動発生部としては、図21及び図22に示されているものを使用することができる。これらの図において、めっき槽12の設置されている支持台13に固定された支持棒15により、2つの振動流動発生部16が支持されている。振動流動発生部16において、振動モータ16dから振動伝達を受ける振動部材16c'に、上下方向の振動伝達ロッド16e"の上端部が取り付けられている。振動伝達ロッド16e"は、めっき槽12内へと延びており、その下端部に水平方向の振動伝達ロッド16e'の端部が取り付けられている。この振動伝達ロッド16e'は、2つの振動流動発生部16について共用されており、上

下方向の振動羽根16fが取り付けられている。振動モータ16dから振動部材16c'、振動伝達ロッド16e'', 16e'を介して振動羽根16fへと振動を伝達し、該振動羽根16fを水平方向に振動させる。

【0061】

図12は本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置の他の形態を示す断面図であり、図13はその一部切欠平面図である。この形態は、振動流動発生部16の構成が上記実施形態と異なる。即ち、めっき槽12の上端縁部に固定された取り付け部材118に対してコイルバネ16bの下端が固定されており、該コイルバネ16bの上端が固定された振動部材16cの下側に振動モータ16dが取り付けられている。尚、コイルバネ16b内には、取り付け部材118に下端を固定された下側ガイド部材124及び振動部材16cに上端を固定された上側ガイド部材123が互いに適度の間隔をおいて配置されている。

【0062】

図14及び図15は本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置を構成する振動流動発生部のめっき槽への取り付けの他の形態を示す断面図であり、図16はその平面図である。図14及び図15はそれぞれ図16のX-X'断面及びY-Y'断面に相当する。尚、これらの図では、めっき処理のための陰極、陽極及び電源回路等は図示を省略している。

【0063】

この形態では、振動吸収部材として上記コイルバネ16bに代えてゴム板2と金属板1, 1'との積層体3が用いられている。即ち、積層体3は、めっき槽12の上端縁部に固定された取り付け部材118に防振ゴム112を介して取り付けられた金属板1'をボルト131により固定し、該金属板1'上にゴム板2を配置し、該ゴム板2上に金属板1を配置し、これらをボルト116及びナット117により一体化することで形成されている。

【0064】

振動モータ16dは支持部材115を介してボルト132により金属板1に固定されている。また、振動伝達ロッド16eの上端部はゴムリング119を介して積層体3特に金属板1とゴム板2とに取り付けられている。即ち、上側金属板

1は図1その他に記載されている実施形態の振動部材16cの機能をも発揮するものであり、下側金属板1'は図1その他に記載されている実施形態の基台16aの機能をも発揮するものである。そして、これら金属板1, 1'を含む積層体3（主としてゴム板2）が図1その他に記載されているコイルバネ16bと同様な振動吸収機能を発揮する。

【0065】

図17は積層体3の平面図を示す。図11～16の形態に対応する図17(a)の例では、積層体3には振動伝達ロッド16eを通すための貫通孔5が形成されている。また、図17(b)の例では、積層体3は貫通孔5を通る分割線により2分割された2つの部分3a, 3bからなり、これによれば装置組立の際に振動伝達ロッド16eを容易に通すことができる。また、図17(c)の例では、積層体3は、めっき槽12の上端縁部に対応する環形状をなしており、中央部に開口6が形成されている。

【0066】

図17(a), (b)の例では、めっき槽12の上部が積層体3により塞がれ、これによりめっき処理の際にめっき浴14から揮散するガスや飛散するめっき液が周囲へと漏れるのを防止することができる。

【0067】

図18は、このような積層体3によるめっき槽上部の閉塞（シール）の様子を示す断面図である。図18(a)の形態では、ゴム板2が貫通孔5において振動伝達ロッド16eに当接してシールがなされる。また、図18(b)の形態では、積層体3の開口部6において該積層体3と振動伝達ロッド16eとに取り付けられこれらの間の空隙を塞ぐフレキシブルシール部材136が設けられている。

【0068】

図19に振動吸収部材としての積層体3の例を示す。図19(b)の例は上記図14～16の実施形態のものである。図19(a)の例では、積層体3は金属板1とゴム板2とからなる。図19(c)の例では、積層体3は上側金属板1と上側ゴム板2と下側金属板1'、下側ゴム板2'からなる。図19(d)の例では、積層体3は上側金属板1と上側ゴム板2と中間金属板1"と下側ゴム板2

と下側金属板1' とからなる。積層体3における金属板やゴム板の数は、例えば1~5とすることができます。尚、本発明においては、ゴム板のみから振動吸収部材を構成することも可能である。

【0069】

金属板1, 1', 1" の材質としては、ステンレス鋼、鉄、銅、アルミニウム、その他適宜の合金を使用することができる。金属板の厚さは、例えば10~40mmである。但し、積層体以外の部材に対して直接固定されない金属板（例えば上記中間金属板1"）は0.3~10mmと薄くすることができる。

【0070】

ゴム板2, 2' の材質としては、合成ゴム又は天然ゴムの加硫物を使用することができ、JIS K 6386で規定される防振ゴムが好ましく、更に特に静的剪断弾性率4~22kgf/cm² 好ましくは5~10kgf/cm²、伸び250%以上のものが好ましい。合成ゴムとしては、クロロプレンゴム、ニトリルゴム、ニトリル-クロロプレンゴム、スチレン-クロロプレンゴム、アクリロニトリル-ブタジエンゴム、イソプレンゴム、エチレン-プロピレン-ジエン共重合体ゴム、エピクロルヒドリン系ゴム、アルキレンオキシド系ゴム、フッ素系ゴム、シリコーン系ゴム、ウレタン系ゴム、多硫化ゴム、フォスファビングムを例示することができる。ゴム板の厚さは、例えば5~60mmである。

【0071】

図19(d)の例では、積層体3は上側金属板1とゴム板2と下側金属板1' ととからなり、ゴム板2が上側ソリッドゴム層2aとスポンジゴム層2bと下側ソリッドゴム層2cとからなる。下側ソリッドゴム層2a, 2cのうちの一方を除去してもよいし、更に複数のソリッドゴム層と複数のスポンジゴム層とを積層したものであってもよい。

【0072】

図20は、上記の実施形態において、電源回路34により陰極バスバー30と陽極バスバー32との間に印加される電圧に基づき被めっき物品Xを介して流れめるめっき電流（電流密度）の変化の変形例を示すグラフである。この変形例では、第1状態及び第2状態の電流密度波形が、上記図8に示すような矩形状ではなく

く、若干の脈動を生じているものである。このような脈動は電源回路34の構成に基づくものであり、本発明ではめっき電流はこのような脈動電流であってもよい。第1状態及び第2状態の電流値I1, I2としては、それぞれの状態でのピーク値を用いることができる。

【0073】

尚、本発明では、電源回路34として、第1状態のための電圧供給系統と第2状態のための電圧供給系統とを備えたものを用い、これら2つの系統から交互に出力させるもの（即ち、2つの電源装置を切り替えて用いるものと等価）を用いてもよい。

【0074】

以上のようなめっき浴の振動流動とパルス状めっき電流との組み合わせの技術は、同様に処理浴内での通電を利用して被処理物の表面処理を行う陽極酸化法や電解研磨法や電解脱脂法などにも適用することができる。もちろん、処理内容に応じて被処理物は陽極側または陰極側に配置される。これにより、微細構造をもつ被処理物品の表面処理を良好に行うことが可能となる。

【0075】

【実施例】

以下、本発明を実施例により説明する。

【0076】

実施例1:

図1～3に関して説明した装置を使用した。ここで、振動モータ16dとして150W×200V×3φのものを用い、めっき槽12として容量300リットルのものを用い、電源回路34として（株）中央製作所製のPower Masterを用いた。

【0077】

被めっき物品Xとして常法により所定の前処理を施した8インチ（直径200mm）のシリコンウエハを用い、多層配線形成のための銅ダマシン法のうちの銅シード層の施されたブラインドビアホールへの銅埋め込み導電膜の形成を行った。多数のブラインドビアホールは厚さ0.35μmの窒化チタン絶縁層に内径0

24 μmで形成されていた。

【0078】

めっき浴14としては、硫酸銅めっきのスルーホール浴、

硫酸銅 : 75 g/L

硫酸 : 190 g/L

光沢剤 : 適量

塩素イオン : 40 mL/L

を用いた。

【0079】

振動流動発生部16の振動モータ16dを45Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数650回/分で振動させた。また、振動モータ28を25Hzで振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数200回/分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-A(アレック電子株式会社製)で測定したところ200mm/秒であった。

【0080】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2がそれぞれ
 $I_1 = 6 \text{ [A/ウエハ]} = 3 \text{ [A/dm}^2\text{]}, I_2 = 0.6 \text{ [A/ウエハ]}, T_1 = 10 \text{ [秒]}, T_2 = 1 \text{ [秒]}$ となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0081】

10分間処理を行ったところ、約10μm厚の銅めっき膜が形成され、多数のブラインドビアホールの全てについて良好な埋め込みがなされていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0082】

比較例1-1:

T2=0 [秒]とすることを除いて実施例1と同様な処理を行ったところ、多数のブラインドビアホールの一部(58%)には良好な銅めっき膜の埋め込みがなされているが残りには良好な銅めっき膜の埋め込みがなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0083】

比較例1-2:

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例1と同様な処理を行ったところ、多数のブラインドビアホールの一部(10%)には良好な銅めっき膜の埋め込みがなされているが残りには良好な銅めっき膜の埋め込みがなされていない(ヤケやコゲ等に基づく不良発生あり)ことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0084】

実施例2:

図1～3に関して説明した装置(振動モータ16d及びめっき槽12及び電源回路34は実施例1と同様)を使用し、被めっき物品Xとして常法により所定の前処理を施したA4版寸法の多層配線基板を用い、スルーホール内面へのめっき導電膜の形成を行った。多数のスルーホールは内径 $30\ \mu m\phi$ でアスペクト比1.0であった。

【0085】

めっき浴14としては、硫酸銅めっきの普通浴、

硫酸銅: 200 g/L

硫酸: 50 g/L

光沢剤: 適量

塩素イオン: 60 mL/L

を用いた。

【0086】

振動流動発生部16の振動モータ16dを50Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数700回/分で振動させた。また、振動モータ28を25Hzで振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数200回/分で振動させた。更に、揺動モータ20を駆動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で揺動幅30mm及び揺動数20回/分で揺動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-Aで測定したところ200mm/秒であった。

【0087】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2がそれぞれ
 $I_1 = 4 \text{ [A/dm}^2\text{]}, I_2 = 0.4 \text{ [A/dm}^2\text{]}, T_1 = 180 \text{ [秒]}, T_2 = 20 \text{ [秒]}$ となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0088】

10分間処理を行ったところ、多数のスルーホールの99.9%について良好な銅めっき膜が形成されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0089】

比較例2-1:

$T_2 = 0 \text{ [秒]}$ とすることを除いて実施例2と同様な処理を行ったところ、多数のスルーホールの一部(50%)には全長にわたって良好な銅めっき膜の形成がなされているが残りには良好な銅めっき膜の形成がなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0090】

比較例2-2:

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例2と同様な処理を行ったところ、多数のスルーホールの一部(10%)には良好な銅めっき膜の形成がなされているが残りには良好な銅めっき膜の形成がなされていない(ヤケやコゲ等に基づく不良発生あり)ことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0091】

実施例3:

図9～11に関して説明した装置(振動モータ16d及びめっき槽12及び電源回路34は実施例1と同様)を使用し、被めっき物品Xとして常法により所定の前処理を施した寸法0.6mm×0.3mm×0.2mmのセラミックチップを800個用い、その長手方向に関する両端の面及びこれに続く0.6mm×0.3mmの面の一部(両端面から0.1mmまでの領域)に電極膜形成のためのニッケルめっき膜の形成を行った。

【0092】

ニッケルめっきの際のめっき浴14としては、バレル浴

硫酸ニッケル： 270 g/L

塩化ニッケル： 68 g/L

ほう酸： 40 g/L

硫酸マグネシウム： 225 g/L

を用いた。

【0093】

振動流動発生部16の振動モータ16dを55Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数750回/分で振動させた。また、振動モータ48を振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数250回/分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-Aで測定したところ210mm/秒であった。バレル52としてメッシュ開口率20%のものを使用し、バレル回転数を10rpmとした。

【0094】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2をそれぞれ
 $I_1 = 0.4 \text{ [A/dm}^2\text{]}$, $I_2 = 0.04 \text{ [A/dm}^2\text{]}$, $T_1 = 20 \text{ [秒]}$
 $T_2 = 2 \text{ [秒]}$ となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0095】

50℃で30分間の処理を行ったところ、チップの全てについて約2μm厚の良好なニッケルめっき膜が形成されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0096】

比較例3-1：

$T_2 = 0 \text{ [秒]}$ とすることを除いて実施例3と同様な処理を行ったところ、チップの一部(12%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0097】

比較例3-2:

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例3と同様な処理を行ったところ、多数のスルーホールの一部(60%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0098】

実施例4:

実施例3と同様にして、ニッケルめっきの代わりにスズめっきを行った。めっき浴14としては、酸性スズめっきの硫酸塩浴、

硫酸第一スズ:	50 g/L
硫酸:	100 g/L
クレゾールスルホン酸:	100 g/L
ゼラチン:	2 g/L
β -ナフトール:	1 g/L

を用いた。

【0099】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2をそれぞれI1=0.4 [A/dm²], I2=0.04 [A/dm²], T1=20 [秒], T2=2 [秒]となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0100】

50℃で60分間の処理を行ったところ、チップの全てについて良好なスズめっき膜が形成されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0101】

比較例4-1:

T2=0 [秒]とすることを除いて実施例4と同様な処理を行ったところ、チップの一部(10%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0102】

比較例4-2:

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例3と同様な処理を行ったところ、多数のスルーホールの一部(57%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0103】

実施例5:

図9~11に関して説明した装置(振動モータ16d及びめっき槽12及び電源回路34は実施例1と同様)を使用し、被めっき物品Xとして常法により所定の前処理を施した外形0.5mmφで長さ20mmのしんちゅうピンを30個用い、その外面にニッケルめっき膜の形成を行った。

【0104】

ニッケルめっきの際のめっき浴14としては、バレル浴

硫酸ニッケル: 270g/L

塩化ニッケル: 68g/L

ほう酸: 40g/L

硫酸マグネシウム: 225g/L

を用いた。

【0105】

振動流動発生部16の振動モータ16dを45Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数500回/分で振動させた。また、振動モータ48を振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数200回/分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-Aで測定したところ200mm/秒であった。バレル52としてメッシュ開口率20%のものを使用し、バレル回転数を10rpmとした。

【0106】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2をそれぞれ
 $I_1 = 3 \text{ [A/dm}^2\text{]}, I_2 = 0.3 \text{ [A/dm}^2\text{]}, T_1 = 30 \text{ [秒]}, T_2 = 3 \text{ [秒]}$

$T_2 = 3$ [秒] となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0107】

50°Cで20分間処理を行ったところ、ピンの全てについて膜厚均一性良好なニッケルめっき膜が形成されていることが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0108】

比較例5-1：

$T_2 = 0$ [秒] とすることを除いて実施例5と同様な処理を行ったところ、ピンの一部（17%）には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには膜厚均一性良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0109】

比較例5-2：

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例5と同様な処理を行ったところ、ピンの一部（60%）には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには膜厚均一性良好なニッケルめっき膜の形成がなされていない（ヤケやコゲ等に基づく不良発生あり）ことが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0110】

実施例6：

図9～11に関して説明した装置（振動モータ16d及びめっき槽12及び電源回路34は実施例1と同様）を使用し、被めっき物品Xとして常法により所定の前処理（脱脂処理や帶電処理を含む）を施した直径3mm ϕ のアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体（ABS樹脂）の球体を約30000個用い、その外面に銅めっき膜の形成を行った。

【0111】

銅めっきの際のめっき浴14としては、

硫酸銅： 200g/L

硫酸： 50g/L

光沢剤： 適量

塩素イオン： 40 mL/L

のものを用いた。

【0112】

振動流動発生部16の振動モータ16dを40Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数700回/分で振動させた。また、振動モータ48を振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数250回/分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-Aで測定したところ210mm/秒であった。バレル52としてメッシュ開口率20%のものを使用し、バレル回転数を10rpmとした。

【0113】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2をそれぞれI1=0.5 [A/dm²], I2=0.04 [A/dm²], T1=30 [秒], T2=3 [秒]となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0114】

50℃で30分間処理を行ったところ、球体の99.5%について膜厚均一性良好な銅めっき膜が形成されていることが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0115】

比較例6-1：

T2=0 [秒]とすることを除いて実施例6と同様な処理を行ったところ、球体の一部(40%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされているが残りには膜厚均一性良好な銅めっき膜の形成がなされていないことが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0116】

比較例6-2：

振動流動発生部16を作動させないことを除いて実施例6と同様な処理を行ったところ、球体の一部(50%)には良好なニッケルめっき膜の形成がなされて

いるが残りには膜厚均一性良好なニッケルめっき膜の形成がなされていないことが、膜厚測定、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0117】

実施例7:

図1～3に関して説明した装置を使用した。ここで、振動モータ16dとして150W×200V×3φのものを用い、めっき槽12として容量300リットルのものを用いた。また、電源回路34として、(株)中央製作所製のPower Master PMD1型を使用した。

【0118】

被めっき物品Xとして常法により所定の前処理を施した40mm角で厚さ1mmのシリコンウエハを用いた。このシリコンウエハの表面には、内径20μmで深さ70μmのブラインドビアホールが多数形成されていた。

【0119】

めっき浴14としては、硫酸銅めっきのスルーホール浴、

硫酸銅 : 75g/L

硫酸 : 190g/L

光沢剤 : 適量

塩素イオン : 40mL/L

を用いた。

【0120】

尚、めっき槽12内にはセラミック製散気管（外径75mmφ；内径50mmφ；長さ500mm；気孔径50～60μm；気孔率33～38%）を配置し、めっき浴14内に気泡を発生させた。

【0121】

振動流動発生部16の振動モータ16dを40Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.1mm及び振動数650回/分で振動させた。また、75W×200V×3φの振動モータ28を25Hzで振動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振幅0.15mm及び振動数200回/分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-A

(アレック電子株式会社製)で測定したところ200mm/秒であった。

【0122】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2がそれぞれ
 $I_1 = 1.5$ [A／ウエハ], $I_2 = 0.1$ [A／ウエハ], $T_1 = 0.08$ [秒], $T_2 = 0.02$ [秒]となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0123】

2. 5時間処理を行ったところ、多数のブラインドビアホールの全てについて内面に約7μmの均一な厚みの銅めっき膜が形成されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0124】

比較例7:

$T_2 = 0$ [秒]とすることを除いて実施例7と同様な処理を行ったところ、ブラインドビアホールの開口部がめっき膜で閉塞されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0125】

実施例8:

振動流動発生部16の振動モータ16dとして高周波振動モータを用い、これを150Hzで振動させて、振動羽根16fをめっき浴14中で振幅0.2mm及び振動数1200回/分で振動させ、処理時間を約1.5時間とすることを除いて、実施例7と同様な処理を行った。その結果、多数のブラインドビアホールの全てについて内面に約7μmの均一な厚みの銅めっき膜が形成されていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0126】

実施例9:

被めっき物品Xとして配線基板用エポキシ樹脂板を用いた。エポキシ樹脂板の表面には、内径15μmで深さ40μmのブラインドビアホールが多数形成されていた。

【0127】

電気めっきの前処理として、脱脂—水洗—エッティング—水洗—中和—水洗—キ

ヤタリストー水洗ーアクセラレーターー水洗ー無電解銅めっきを行って導電性を付与し、更に、水洗ー活性化ー水洗ーストライクめっきを行った。無電解銅めっき及びストライクめっきにおいて、図1～3に関して説明したものと同様な振動流動発生部によりめっき処理液に同様な振動流動を発生させた。

【0128】

電気めっきは、実施例7と同様にして行った。但し、更に振動モータ20を駆動させて、被めっき物品Xをめっき浴14中で振動幅30mm及び振動数20回／分で振動させた。この時のめっき浴中の3次元流速を3次元電磁流速計ACM300-Aで測定したところ200mm／秒であった。

【0129】

電源回路34により、図8に示されているI1, I2, T1, T2がそれぞれI1=4.5 [A/dm²], I2=0.4 [A/dm²], T1=0.08 [秒], T2=0.015 [秒]となる様に、矩形波状のめっき電流を流した。

【0130】

1時間処理を行ったところ、多数のブラインドビアホールの全てについて良好な埋め込みがなされていることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0131】

比較例8:

T2=0 [秒] とすることを除いて実施例9と同様な処理を行ったところ、ブラインドビアホールの開口部はめっき膜で閉塞されたが奥部に空隙が残留していることが、通電、顕微鏡その他の検査の結果判明した。

【0132】

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明の電気めっき方法によれば、めっき膜導電パターンが微細であっても、欠陥や膜厚不均一性などがなく良好な品質でめっき膜を形成することが可能である。また、本発明によれば、微細構造の導電パターンの良好な品質のめっき膜を高速に得ることが可能である。更に、本発明によれば、微細構造の導電パターンの良好な品質のめっき膜を比較的小さな装置構成で効率よく得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明によるめっき方法の第1の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図である。

【図2】

本発明によるめっき方法の第1の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図である。

【図3】

本発明によるめっき方法の第1の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す平面図である。

【図4】

振動部材への振動伝達ロッドの取り付け部の拡大断面図である。

【図5】

振動伝達ロッドへの振動羽根の取り付け部の拡大断面図である。

【図6】

振動伝達ロッドへの振動羽根の取り付け部の変形例を示す図である。

【図7】

被めっき物品の陰極ブスバーへの取り付けの変形例を示す断面図である。

【図8】

被めっき物品を介して流れるめっき電流の変化を示すグラフである。

【図9】

本発明によるめっき方法の第2の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図である。

【図10】

本発明によるめっき方法の第2の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す断面図である。

【図11】

本発明によるめっき方法の第2の実施形態の実施されるめっき装置の構成を示す平面図である。

【図12】

本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置を示す断面図である。

【図13】

図12のめっき装置の一部切欠平面図である。

【図14】

本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置を構成する振動流動発生部のめっき槽への取り付けを示す断面図である。

【図15】

本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置を構成する振動流動発生部のめっき槽への取り付けを示す断面図である。

【図16】

本発明によるめっき方法の実施に使用されるめっき装置を構成する振動流動発生部のめっき槽への取り付けを示す平面図である。

【図17】

積層体の平面図である。

【図18】

積層体によるめっき槽上部の閉塞の様子を示す断面図である。

【図19】

積層体を示す図である。

【図20】

被めっき物品を介して流れるめっき電流の変化を示すグラフである。

【図21】

振動流動発生部の変形例を示す断面図である。

【図22】

図21の振動流動発生部を示す平面図である。

【図23】

パルスめっき用電源の一例を示す図である。

【符号の説明】

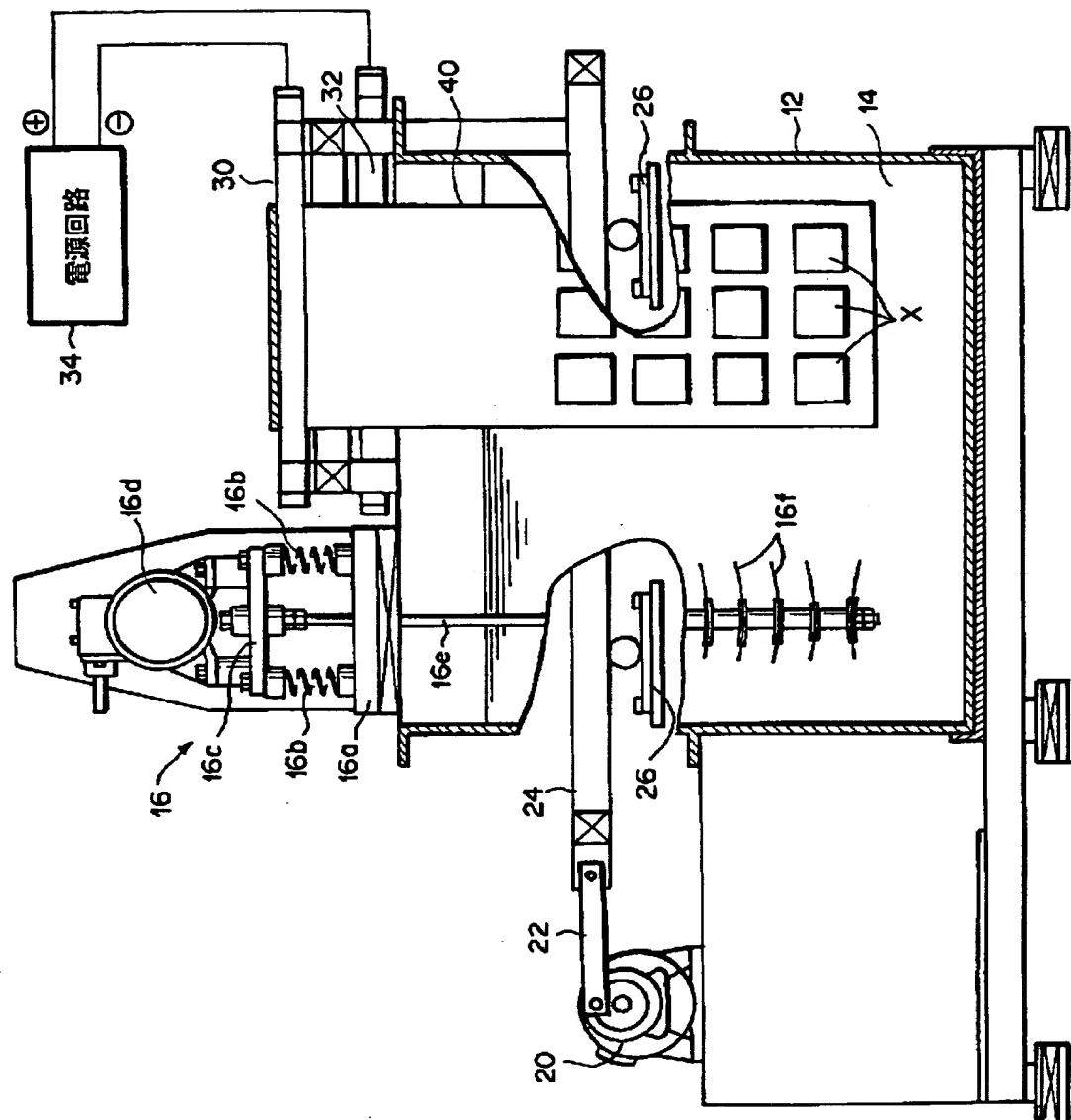
1, 1', 1" 金属板

- 2, 2' ゴム板
 2 a, 2 c ソリッドゴム層
 2 b スポンジゴム層
 3 積層体
 5 貫通孔
 6 開口
 1 2 めっき槽
 1 3 支持台
 1 4 めっき浴
 1 5 支持棒
 1 6 振動流動発生部
 1 6 a 基台
 1 6 b コイルバネ
 1 6 c 振動部材
 1 6 d 振動モータ
 1 6 e 振動伝達ロッド
 1 6 f 振動羽根
 1 6 g 1, 1 6 g 2 振動応力分散部材
 1 6 h 1, 1 6 h 2 ワッシャ
 1 6 i 1, 1 6 i 2 ; 1 6 i 3, 1 6 i 4 ナット
 1 6 j 振動羽根固定部材
 1 6 k スペーサリング
 1 6 m, 1 6 n ナット
 1 6 p 弹性部材シート
 2 0 搞動モータ
 2 2 連結ロッド
 2 4 搞動フレーム
 2 6 レール
 2 8 振動モータ

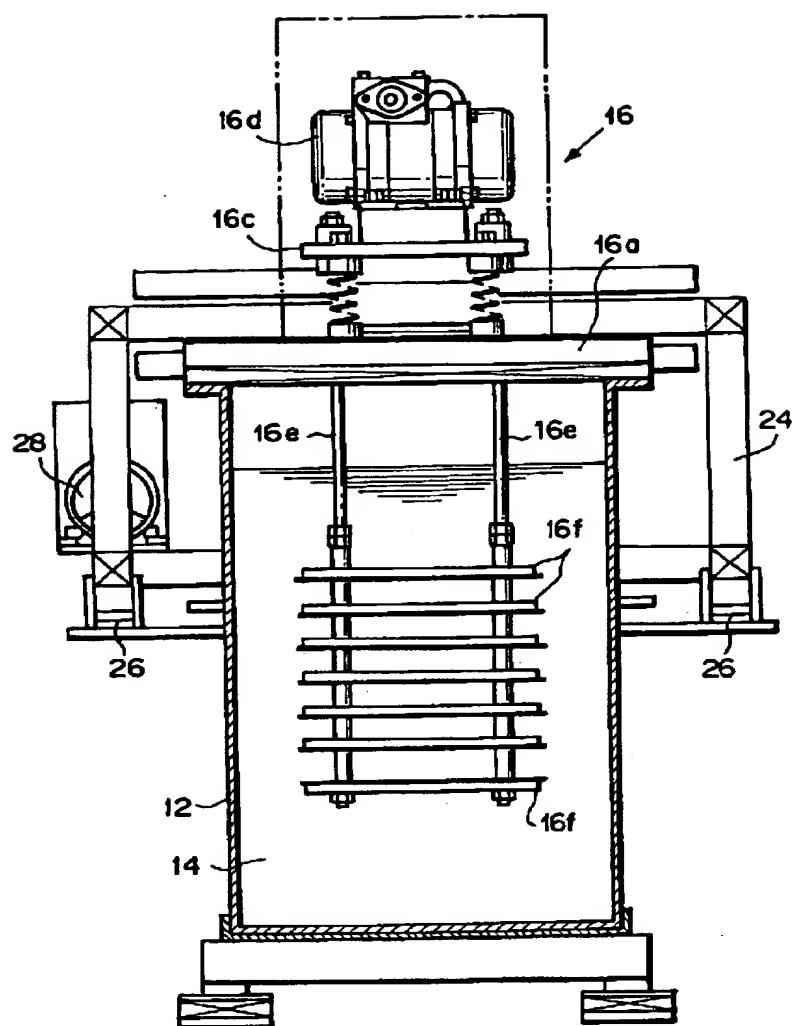
- 3 0 陰極ブスバー
- 3 2 陽極ブスバー
- 3 4 電源回路
- 4 0 被めっき物品保持部材
 - 4 0 a 上部フック部
 - 4 0 b 下部クランプ部
 - 4 0 c 圧縮バネ
- 4 4 振動フレーム
- 4 6 コイルバネ
- 4 8 振動モータ
- 4 9 バランスウェイト
- 5 0 バレル支持部材
- 5 2 バレル
 - 5 2 a パイプ部材
- 5 4 陰極導電部材
- 5 4' , 5 6' 絶縁被覆配線
- 5 6 陽極金属部材
- 1 1 2 防振ゴム
- 1 1 6 ボルト
- 1 1 7 ナット
- 1 1 8 取り付け部材
- 1 1 9 ゴムリング
- 1 2 3 上側ガイド部材
- 1 2 4 下側ガイド部材
- 1 3 1 , 1 3 2 ボルト
- 1 3 6 フレキシブルシール部材
- X 被めっき物品

【書類名】図面

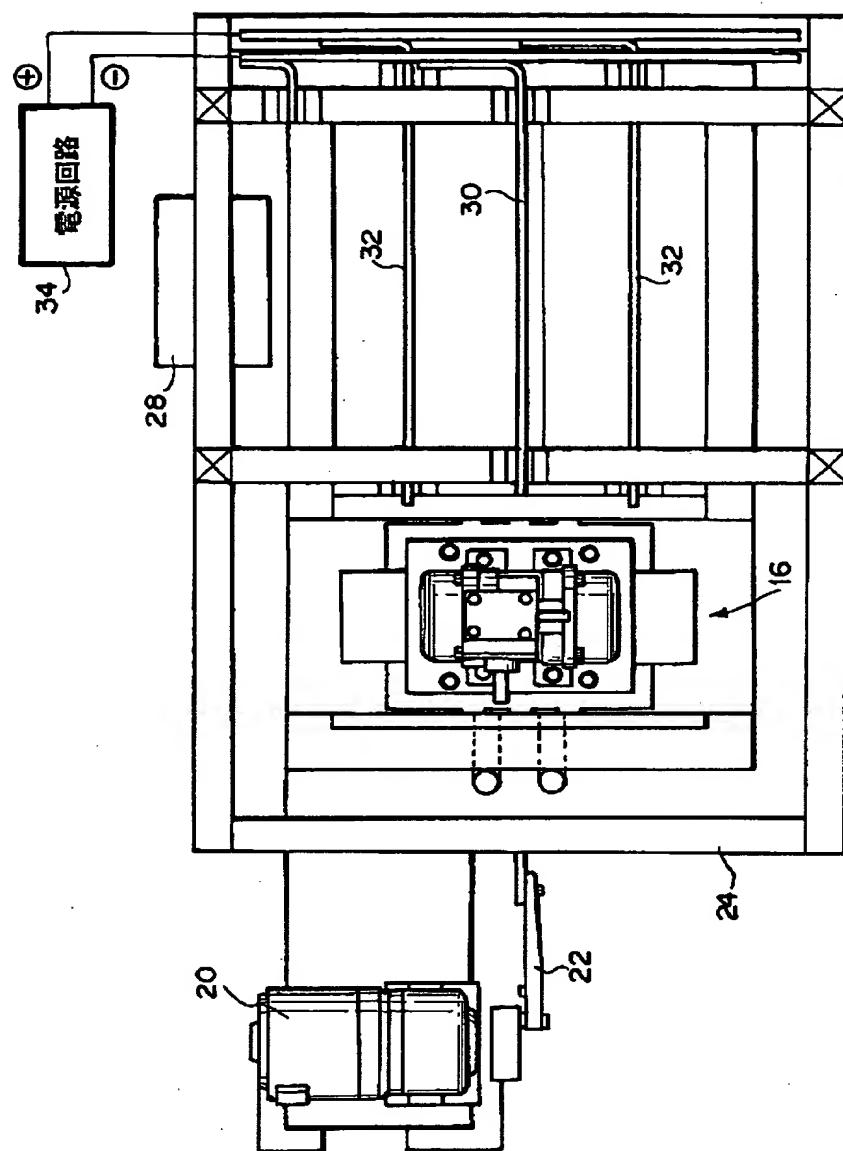
【図1】



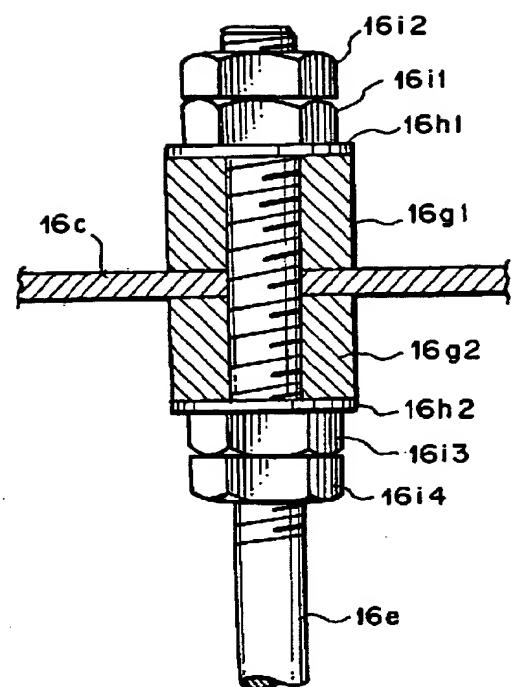
【図2】



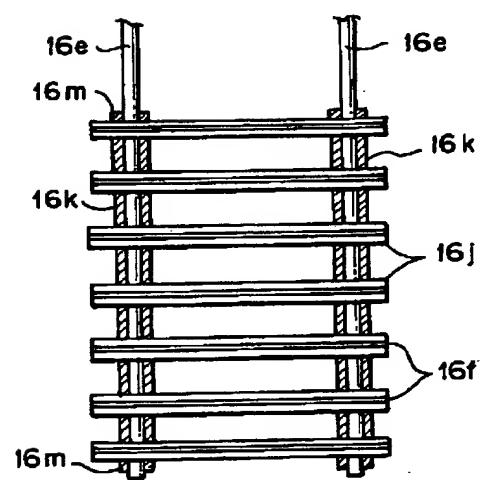
【図3】



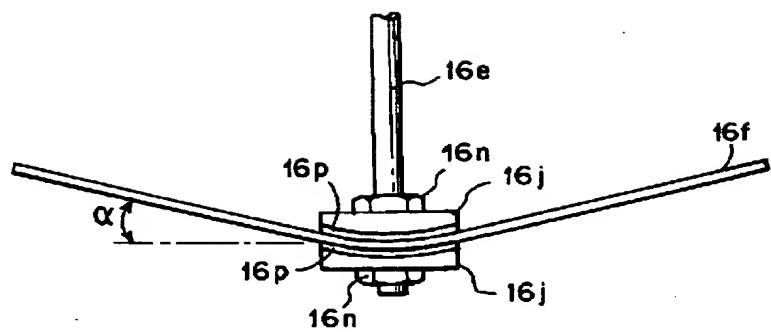
【図4】



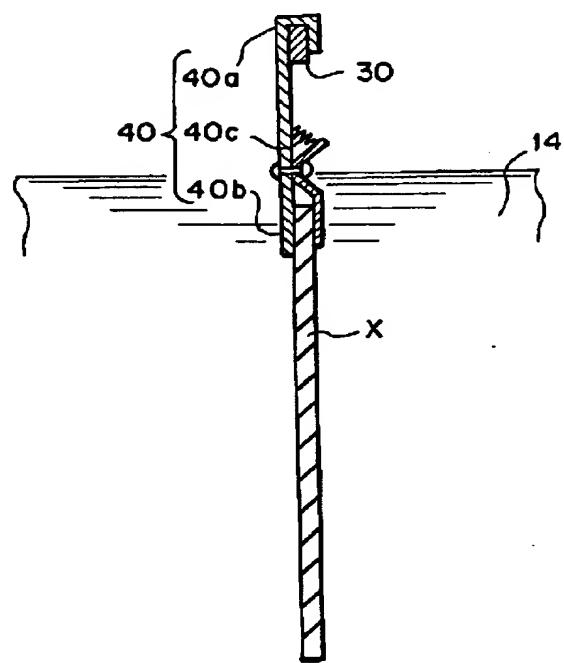
【図5】



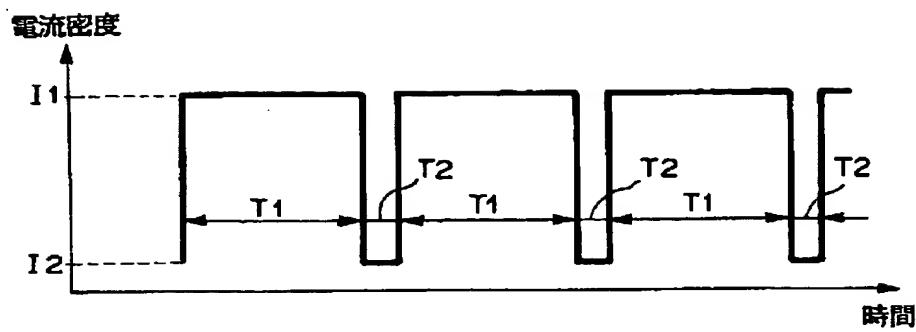
【図6】



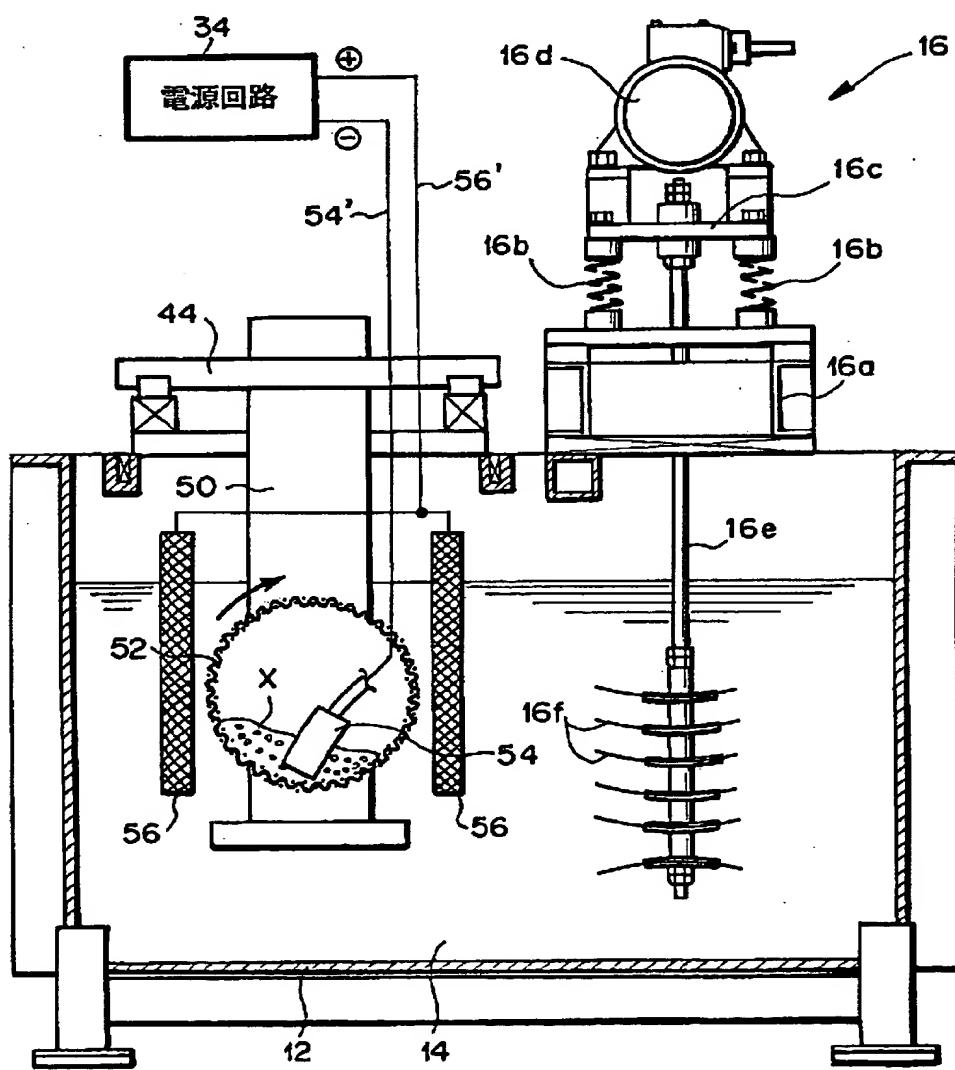
【図7】



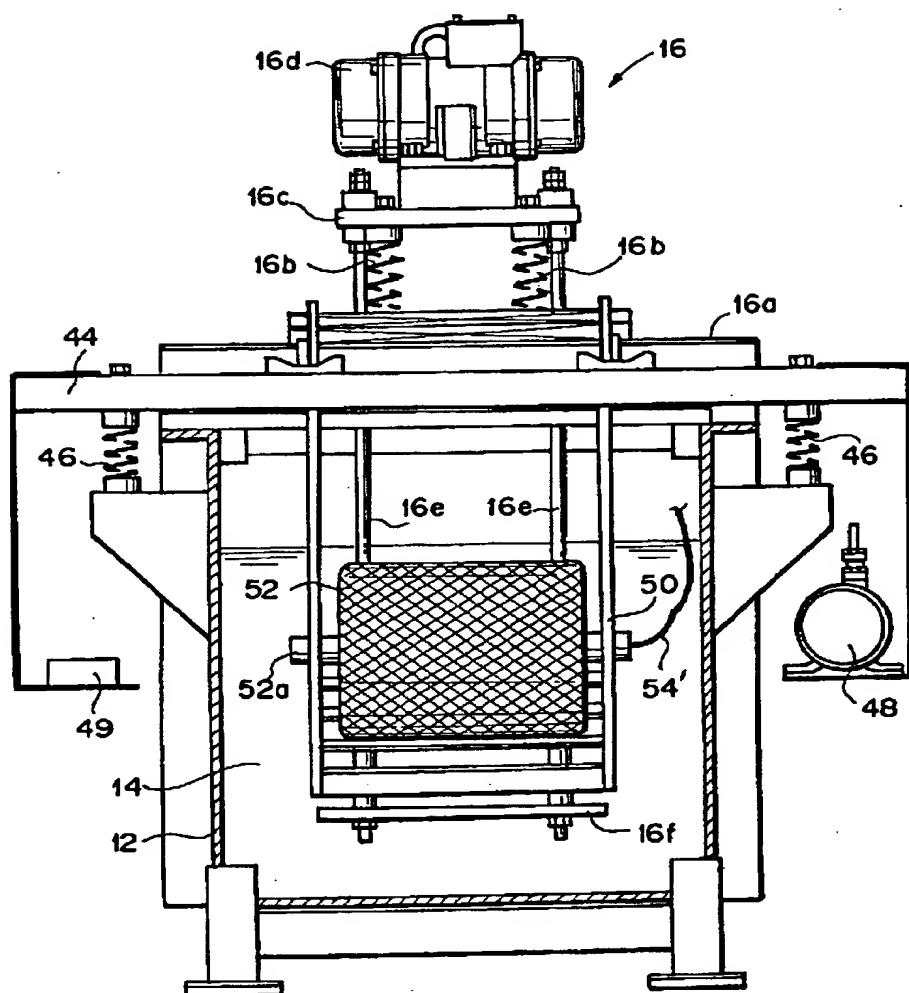
【図8】



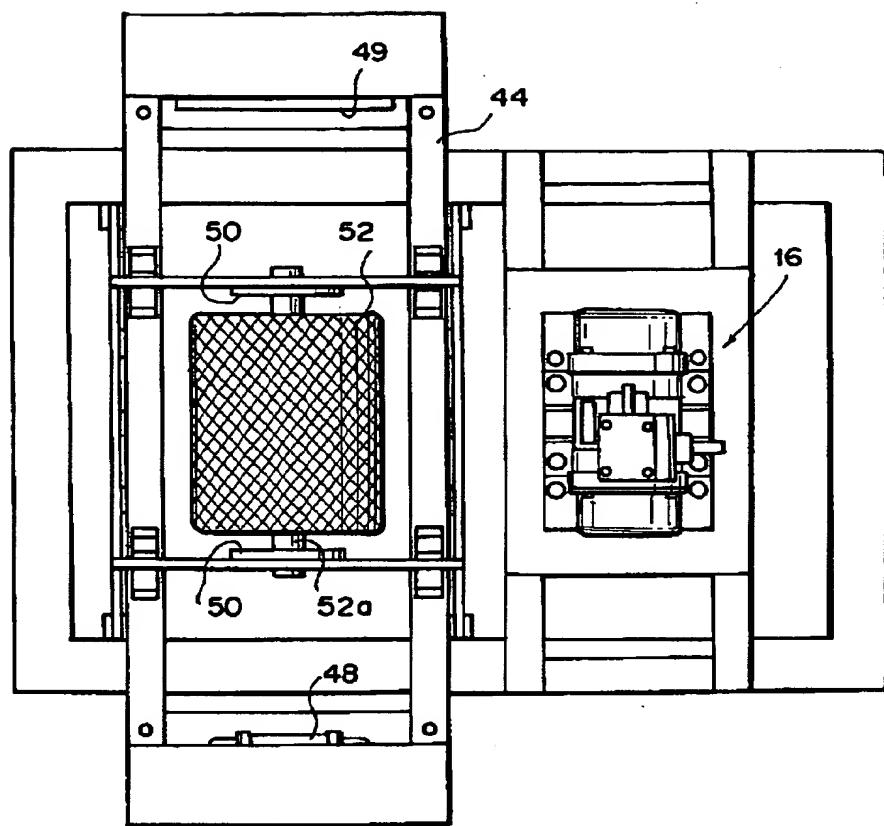
【図9】



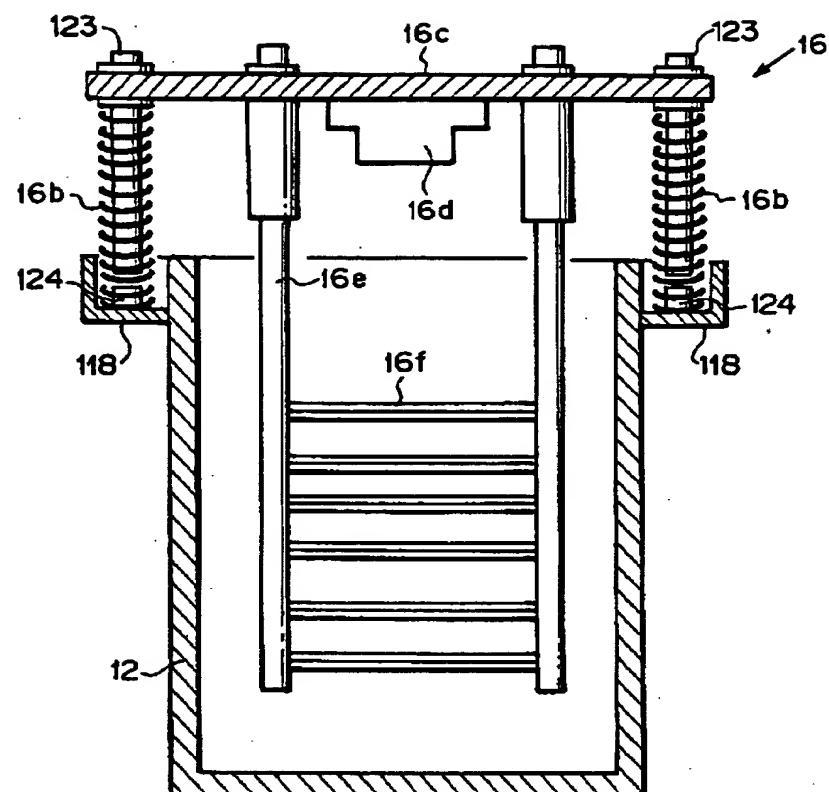
【図10】



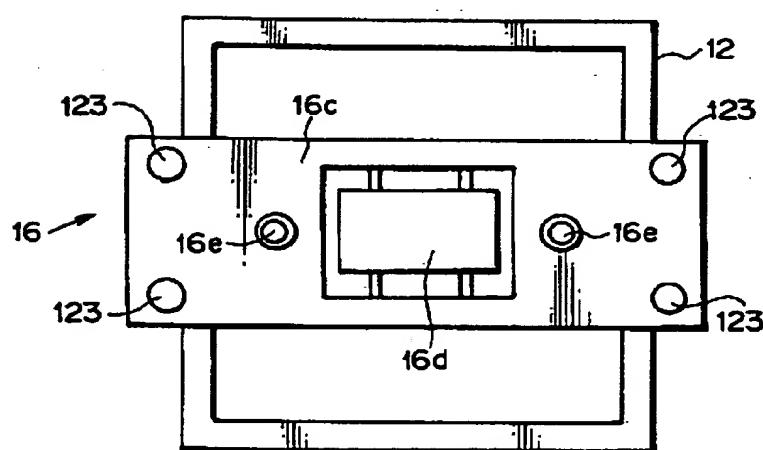
【図11】



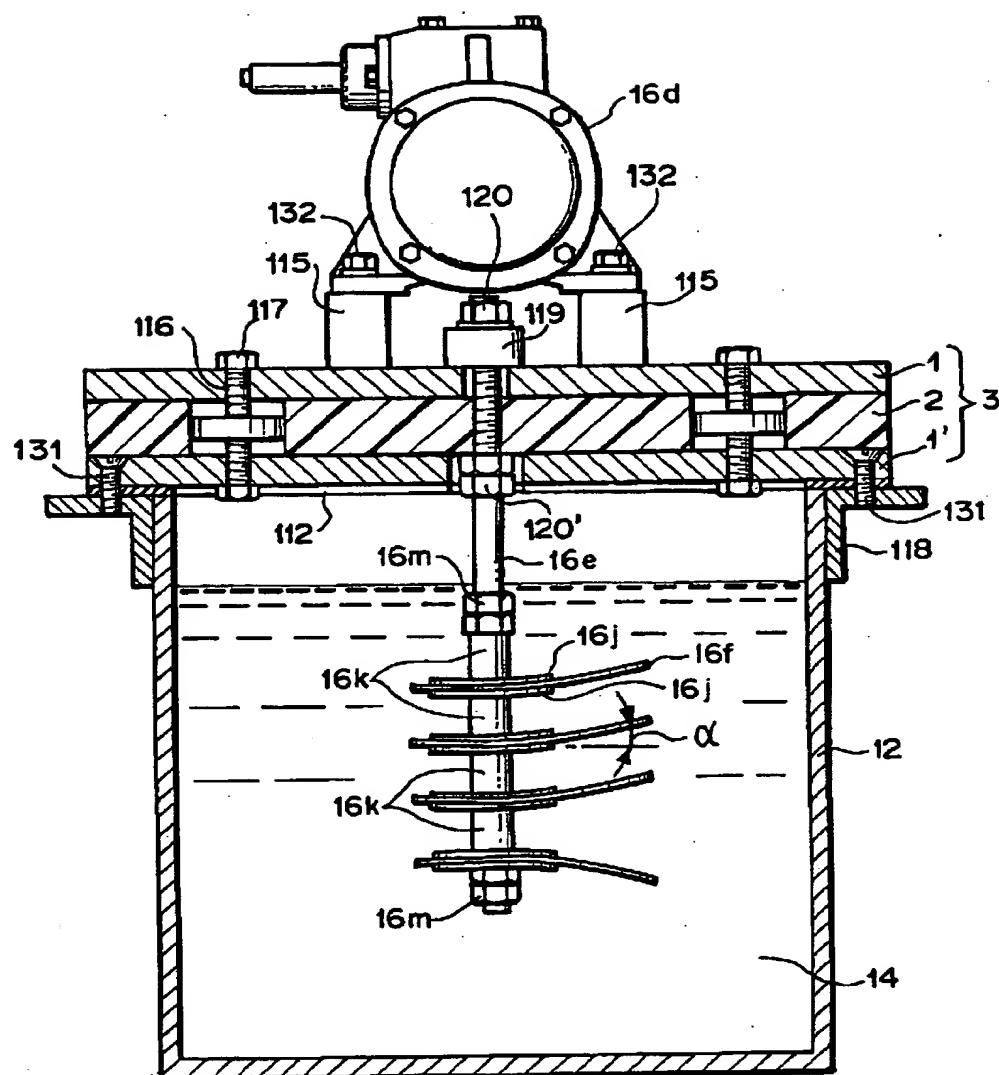
【図12】



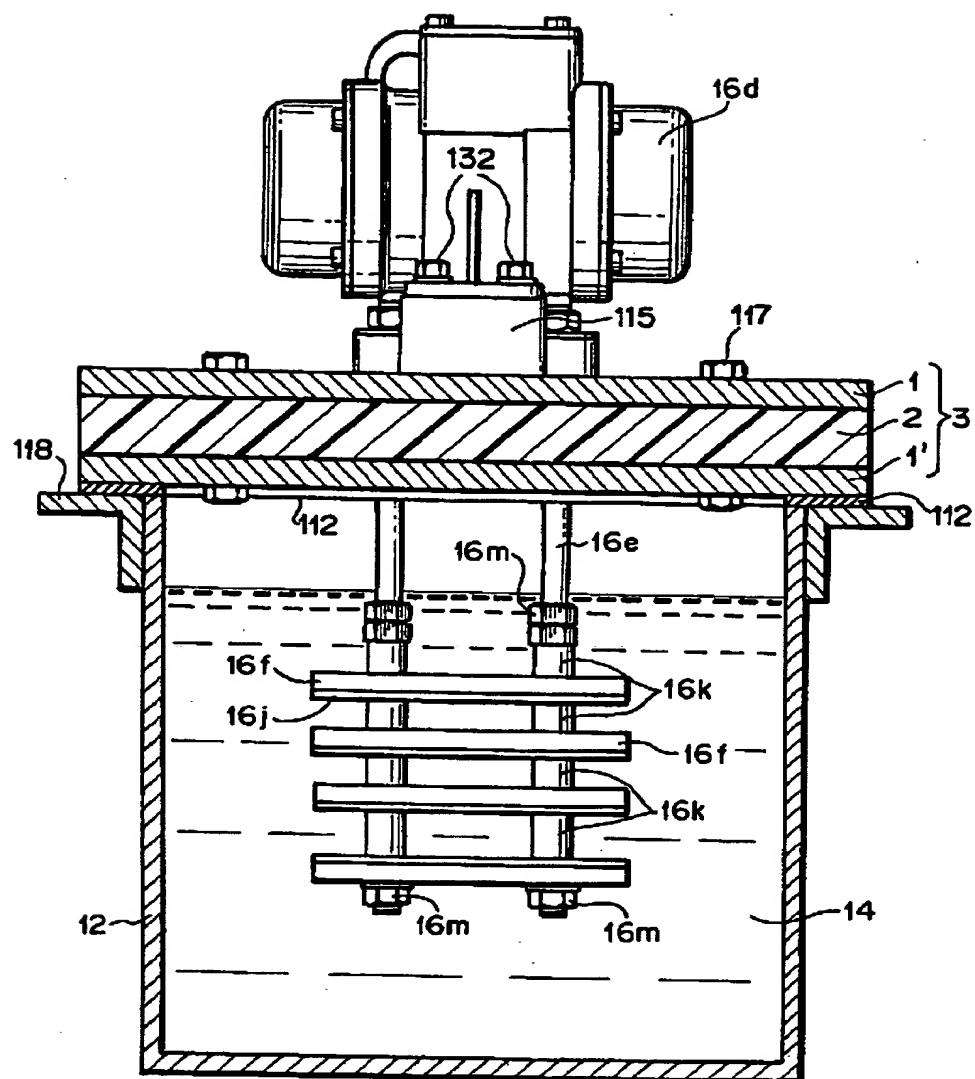
【図13】



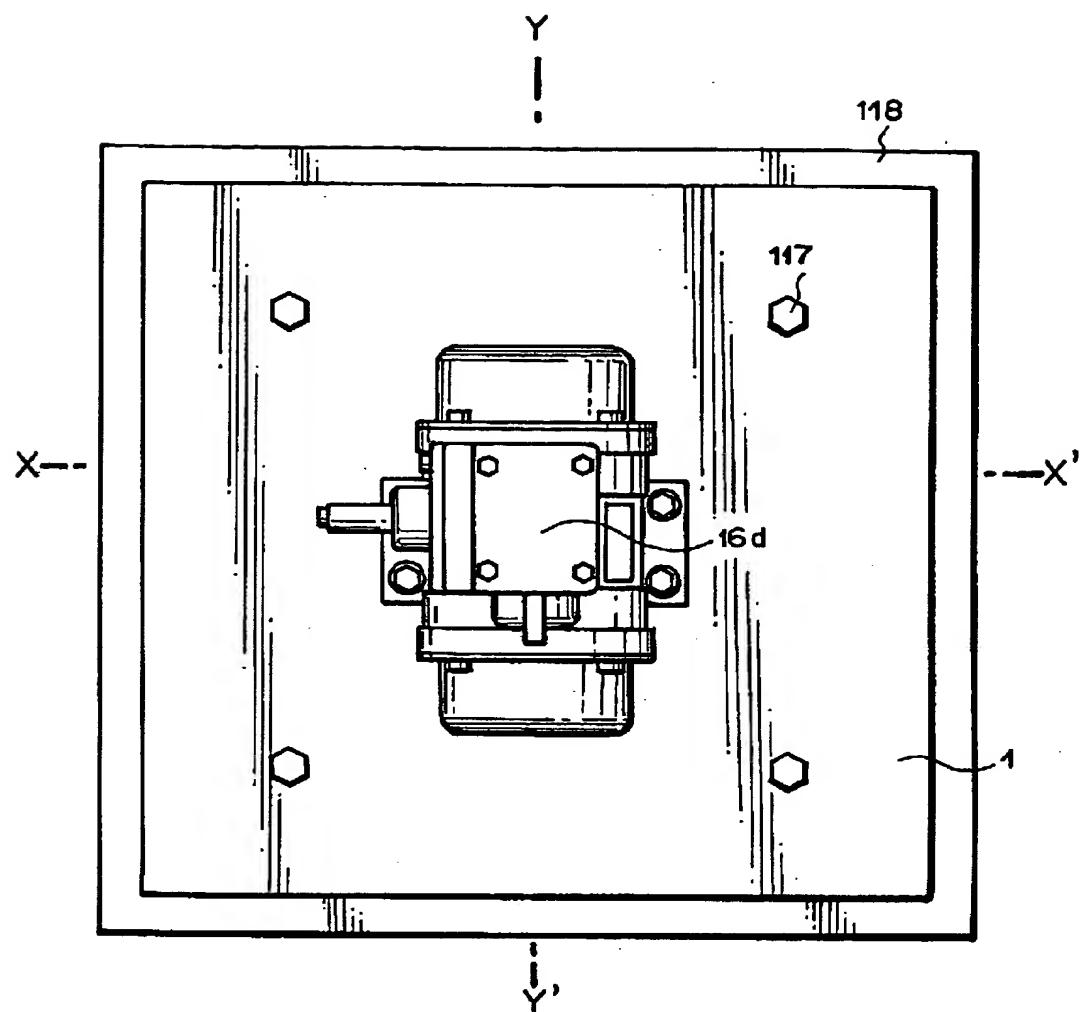
【図14】



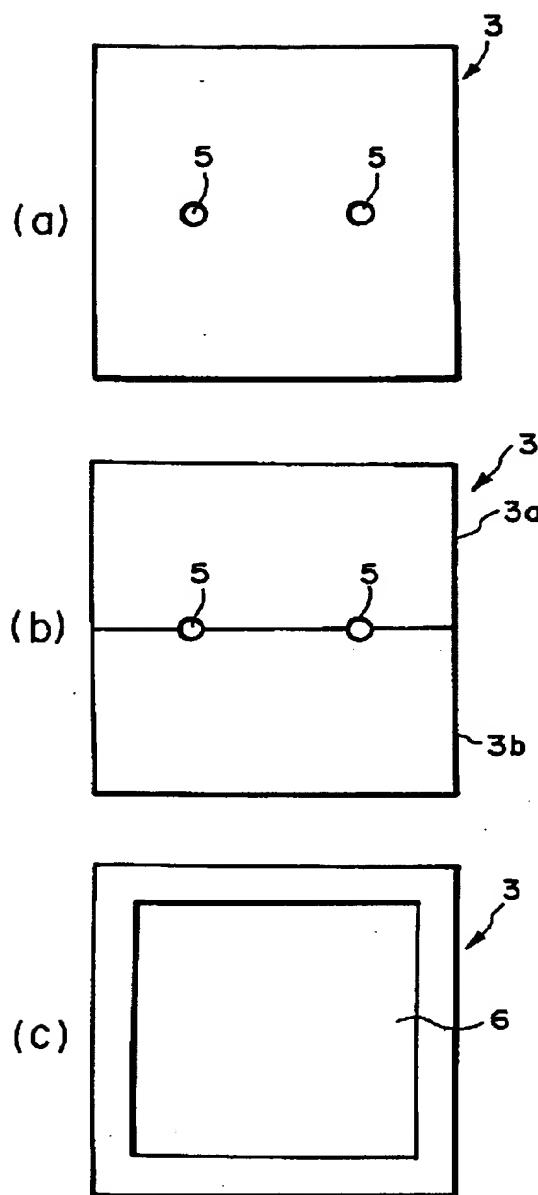
【図15】



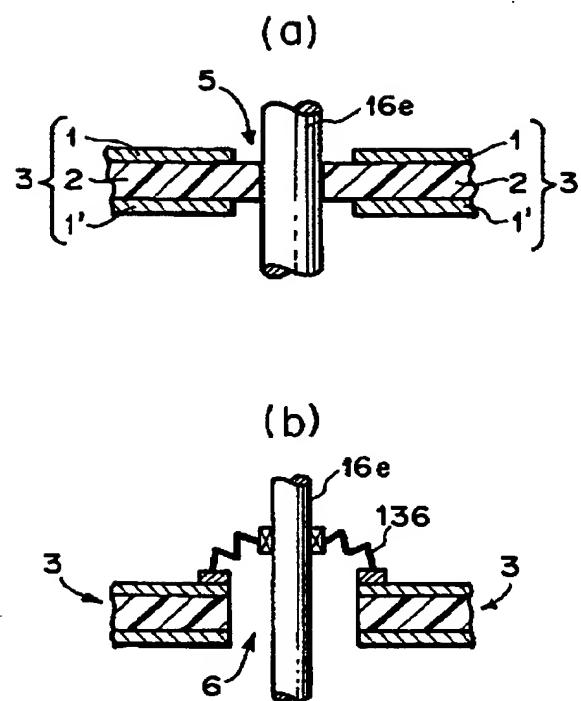
【図16】



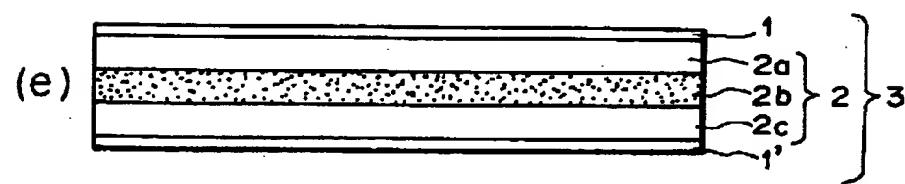
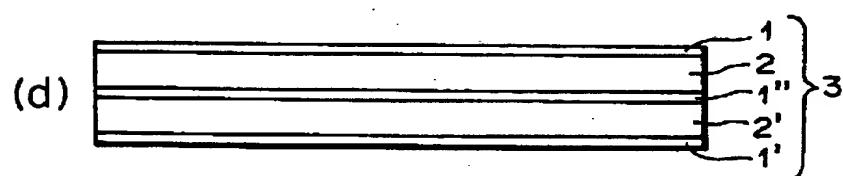
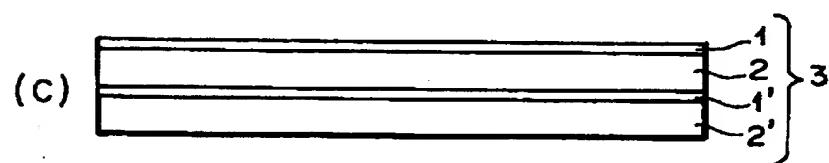
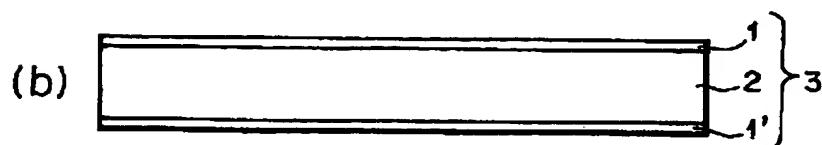
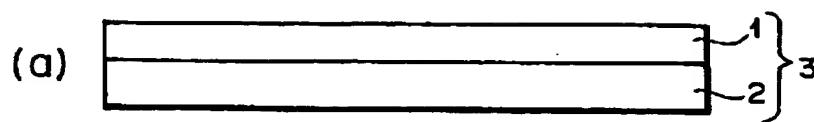
【図17】



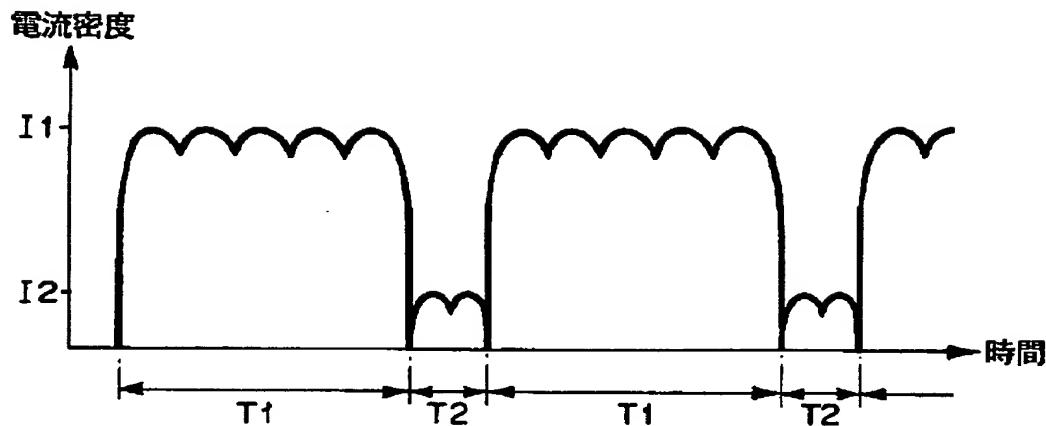
【図18】



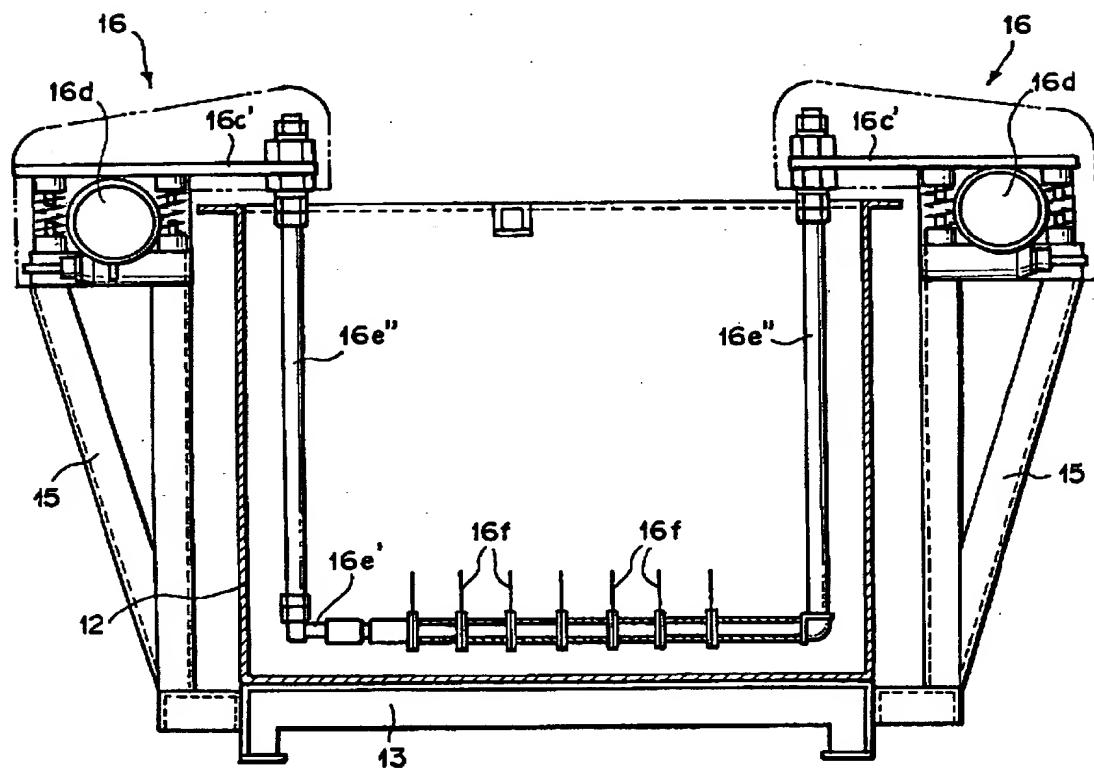
【図19】



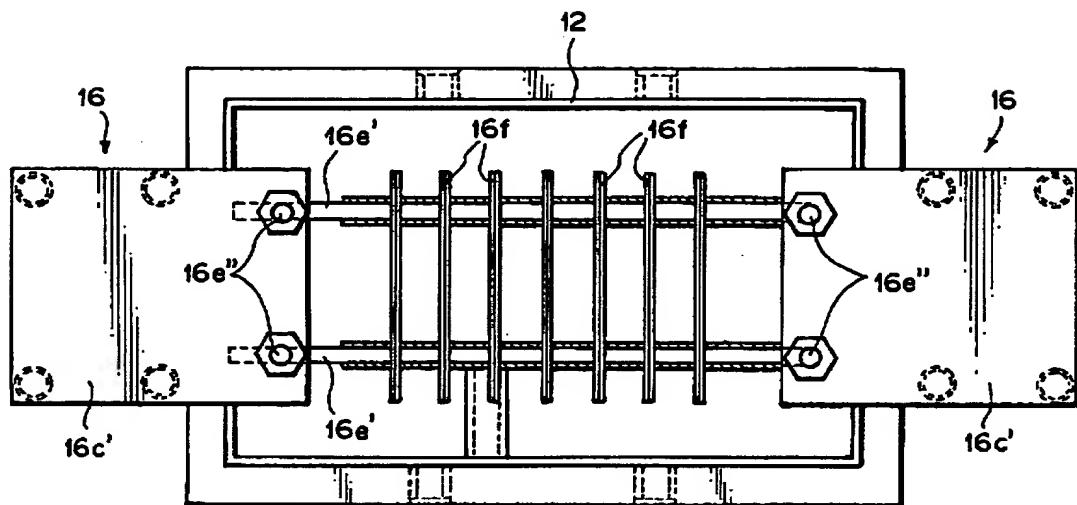
【図20】



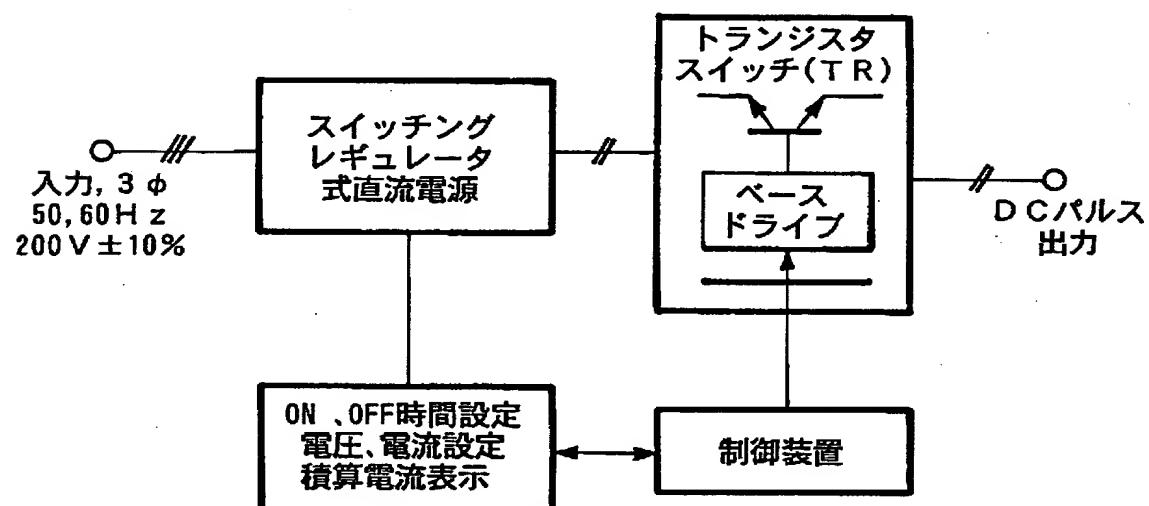
【図21】



【図22】



【図23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微細構造の導電パターンのめっき膜を欠陥や膜厚不均一性などがなく良好な品質で効率よく高速に形成できるめっき方法を提供する。

【解決手段】 振動発生手段 16d に連係した振動羽根 16f をめっき浴 14 内で振幅 0.1 ~ 10.0 mm 及び振動数 200 ~ 800 回 / 分で振動させることによりめっき浴 14 に 3 次元流速 150 mm / 秒以上の振動流動を発生させながら、めっき浴 14 中に配置された微細構造を持つ被めっき物品 X を陰極とし且つ金属部材 56 を陽極とし、陰極と陽極との間に電圧を印加し、この際に陽極からめっき浴 14 を介して陰極へと流れるめっき電流がパルス状で第 1 の値 I1 で第 1 の時間 T1 持続する第 1 状態及び第 1 の値と同一極性の第 2 の値 I2 で第 2 の時間 T2 持続する第 2 状態を交互にとり、第 1 の値 I1 は第 2 の値 I2 の 5 倍以上であり、第 1 の時間 T1 は第 2 の時間 T2 の 3 倍以上である。

【選択図】 図 1

出願人履歴情報

識別番号 [392026224]

1. 変更年月日 1999年11月17日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都大田区久が原2丁目14番10号

氏 名 日本テクノ株式会社